



UFSM

Dissertação de Mestrado

**ZONEAMENTO AMBIENTAL DA MICROBACIA
HIDROGRÁFICA DO RESERVATÓRIO DO
DNOS DE SANTA MARIA - RS**

Carlos Gilberto Konrad

PPGGEO

Santa Maria, RS, Brasil

2005

**ZONEAMENTO AMBIENTAL DA MICROBACIA
HIDROGRÁFICA DO RESERVATÓRIO DO
DNOS DE SANTA MARIA - RS**

por
Carlos Gilberto Konrad

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em
Geografia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS),
como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Geografia.

PPGGEO

Santa Maria, RS, Brasil

2005

Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Naturais e Exatas
Pós-graduação no Curso de Geografia – Mestrado

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Pós-graduação

**ZONEAMENTO AMBIENTAL DA MICROBACIA
HIDROGRÁFICA DO RESERVATÓRIO DO
DNOS DE SANTA MARIA - RS**

elaborada por

Carlos Gilberto Konrad

como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre no Curso de Geografia

APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM / /2005.

Prof. Orientador: Dr. José Sales Mariano da Rocha

Prof. Dr. Luis Eduardo de Souza Robaina

Prof. Dr. Rudiney Soares Pereira

Prof. Dr. Waterloo Pereira Filho

Santa Maria, 04 de Março de 2005.

Dedicatória

A Comunidade acadêmica universitária, como massa pensante e pesquisadora;

A minha família: pais e irmãos que me deram apoio;

Aos meus amigos pela constante ajuda;

A comunidade em geral, que deveria conhecer melhor o lugar em que vive e desta forma respeitá-lo da melhor forma possível...

AGRADECIMENTOS

Aos pais Omildo Adelmo Konrad e Idia Konrad, juntamente aos irmãos Celso Martim Konrad e Marlise Cirlei Konrad, à cunhada Maridalva Machado Peixoto Konrad, e meu pequeno sobrinho Samuel que dividiam momentos de saudades, oportunizaram e se empenharam para que pudesse levar avante o mestrado.

À CAPES pelo apoio financeiro à realização deste curso;

Ao curso de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Federal de Santa Maria, pelo seu empenho e a abertura do Curso de Mestrado em Geografia;

A Biblioteca Central e também à Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Rurais, por ter emprestado livros de fundamental importância para a realização deste trabalho;

Ao Orientador Prof. Dr. José Sales Mariano da Rocha, pela aceitação na orientação e brilhante direcionamento das atividades propostas e também nas sugestões para uma boa apresentação do trabalho;

Ao Prof. Dr. Eduardo Schiavone Cardoso, pela disponibilidade em trazer à aula em seminário a apresentação do projeto da Dissertação do Mestrado e juntamente aos colegas, Alex Dal Ávila, Alexandre Saydelles, Dionísio Sangoi, Eunice Mussoi, Leandro Maziero, Luciane Strasburguer, Medianeira Garcia, Vanessa Porto que participaram em mais uma etapa na construção deste trabalho;

Ao Prof. Dr. Waterloo Pereira Filho pela disponibilidade de Disciplina para a Docência Orientada em sala de aula e formação de banca;

Às duas turmas que tiveram que me aturar na docência orientada, durante o curso de mestrado;

Ao Prof. Dr. Luis Eduardo de Souza Robaina, pela sua disponibilidade da banca junto à qualificação e defesa da dissertação de mestrado;

Ao Prof. Dr. Rudiney Soares Pereira, pela sua disponibilidade da banca junto a defesa da dissertação de mestrado;

À Prof^ª. Dr^ª. Silvia Margareti de Juli Morais Kurtz, pela formação de banca na qualificação e pronto auxílio em momentos difíceis ou de imperícia;

Ao Eng. Florestal Fábio Charão Kurtz, pela sua disponibilidade de material e conteúdos para a elaboração desta dissertação;

Ao Eng. Florestal Paulo Roberto Jaques Dill, pela sua colaboração e disponibilidade de tempo na finalização deste trabalho;

Ao Eng. Agrônomo Luciano Streck pela sua incansável e inesgotável disponibilidade nos cálculos estatísticos;

Ao bibliotecário Luiz Marchiotti Fernandez pela elaboração da Ficha Catalográfica desta dissertação, e também da monografia de especialização e dos livros aos quais tive participação como escritor;

A comissão do Programa da Moradia de Pós-Graduação pela disponibilidade de moradia na Casa do Estudante da Pós-Graduação;

Ao apoio das companheiras de apartamento da casa do estudante da pós-graduação, Janete Teresinha Reis, Jocelaine Cargnelutti, Simone Maria de Azevedo e também a ex-moradora Caroline Machado Corteline pela solidariedade e companheirismo adquiridos durante todo este tempo, por ter me aturado com as minhas repentinas barulheiras e também pela minha grande receptividade de visitas de alunos com diferentes graus de escolaridade da UFSM;

Ao Prof. de Ensino Médio Kerlen Elizandro Batista, pela sua incansável amizade e constante ajuda em mim depositada, também pelas

inúmeras e incontáveis visitas ao Observatório para a observação do espaço;

Ao Prof. Dr. Luis Antônio Righi, pela oportunidade de trazer a público algumas atividades pertinentes a fundação de uma ONG, cuja minha participação foi em função da ASBRAPAM a qual presido.

Ao Licenciado em Geografia Valdemar Ferreira dos Passos, a que devo a satisfação e honra em homenagear pela sua garra e que refletiram em mim inspiração na progressiva luta;

Aos meus amigos, eternos amigos, Neirton Ludwig, Airton Faht, Jorge Faht, Semildo Scharb e tantos outros, que mesmo muito distantes jamais foram inseparáveis;

À Isabel Camponogara, por ter sido tão prestativa, mesmo em momentos difíceis de sua vida, na elaboração das cartas no programa Spring 4.1. Peço desculpas às minhas broncas!!!

Aos amigos de relance, Alexsandro Luis Conterato, Anderson Cavalheiro, André Frank, Dalberto e sua esposa, Elói Paulus, Flávio, Marceli Schons, Marilete Osmari, Oni Nardi, Isimar, Ivete Strieder, Jair Reis, Jair Carlos Schmatz, Jairo da Silva Neto, Márcio Coutinho, Márcio Frank e sua esposa Carla, Mário Zasso Marin, Liciane Alberch Gomes, Wagner e muitos outros;

Aos amigos novos, Adilson de Chaves, Aline Trentin, Aline Sulzbacher, Ana Paula, Angélica, Clério Hickmann, Dionara de Nardin, Dione Farias, Eliane, Fernanda da Silva Foga, Gisiele Kramer, Grasiela, Kelly Cassol, Leônidas Descovi Filho, Mara Dieckel, Patrícia Mota;

Aos amigos que estão distantes, Airton Sieben, Dalva Paulus, Darci Olkoski, Jair Antônio Rafaelli, João Hentges, Leomar Luis Schreiner e sua esposa Nádia, Juliana Lamonatto, Oldair Casa Nova, Milton Welter, Sandro Sidnei Vargas de Cristo, Vanderlei Decian;

Agradeço a tudo e a todos.

SUMÁRIO

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| LISTA DE FIGURAS..... | xi |
| LISTA DE QUADROS..... | xii |
| LISTA DE ANEXOS..... | xiv |
| RESUMO..... | xv |
| ABSTRACT..... | xvi |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 1.1. Caracterização Geral da Área..... | 2 |
| 1.1.1. Localização da área..... | 2 |
| 1.1.2. Características Fisiográficas..... | 4 |
| 1.1.3. Características Climáticas..... | 4 |
| 1.1.4. Características da Vegetação..... | 5 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA..... | 7 |
| 2.1. Zoneamento Ambiental..... | 7 |
| 2.1.1. Histórico..... | 7 |
| 2.2. Legislação ambiental..... | 10 |
| 2.3. Unidades de Conservação (UC)..... | 12 |
| 2.4. Recursos Naturais..... | 12 |
| 2.5. Uso e ocupação do solo e sua influência nos recursos naturais renováveis..... | 13 |
| 2.6. Capacidade de uso da terra..... | 16 |
| 2.7. Aerofotogramas..... | 18 |
| 2.8. Parâmetros Ambientais..... | 19 |
| 2.8.1. Declividade..... | 19 |
| 2.8.2. Densidade de drenagem..... | 20 |
| 2.8.3. Coeficiente de rugosidade (Ruggedness Number - RN)..... | 20 |
| 2.8.4. Vegetação..... | 20 |
| 2.8.5. Compartimento Geomorfológico..... | 20 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.8.6. Caracterização Geológica | 21 |
| 2.8.7. Uso da terra..... | 22 |
| 2.8.8. Paisagem Nativa | 22 |
| 2.9. Análises Estatísticas | 23 |
| 2.9.1. Análise de Regressão | 23 |
| 2.9.2. Análise Multivariada | 24 |
| 3. METODOLOGIA..... | 27 |
| 3.1. Material Utilizado..... | 27 |
| 3.1.1. Relação das Cartas Topográficas e Aerofotogramas utilizadas. | 27 |
| 3.1.2. Relação de equipamentos e programas utilizados..... | 27 |
| 3.2. Métodos | 28 |
| 3.2.1. Descrição das Classes de Zoneamento Ambiental | 28 |
| 3.2.2. Classificação das áreas ambientais | 29 |
| 3.2.3. Etapas do Zoneamento | 30 |
| 3.2.4. Mapeamento da área de estudo..... | 30 |
| 3.2.5. Seleção da unidade ambiental para os trabalhos de campo e análise de laboratório | 31 |
| 3.2.6. Parâmetros ambientais considerados, sua estratificação e codificação | 32 |
| 3.2.7. Parâmetros e valores ambientais | 42 |
| 3.2.8. Digitalização de áreas e linhas..... | 42 |
| 3.2.9. Avaliação analítica das deteriorações ambientais de cada unidade ambiental na forma de hexágonos | 43 |
| 3.2.10. Seleção das classes ecológicas para a definição do Zonea- mento Ambiental | 43 |
| 3.2.11. Zoneamento ambiental..... | 45 |
| 3.3. Análises Estatísticas | 45 |
| 3.3.1. Análise de Regressão | 45 |
| 3.3.2. Análise Multivariada | 47 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 50 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1. Zoneamento Ambiental | 50 |
| 4.1.1. Quantificação dos Parâmetros | 50 |
| 4.1.2. Avaliação das deteriorações ambientais de cada unidade ambiental na forma de hexágonos | 56 |
| 4.1.3. Seleção das classes ecológicas para a definição do Zoneamento Ambiental | 58 |
| 4.1.4 – Zoneamento Ambiental | 60 |
| 4.2. Análises Estatística aplicada ao Zoneamento Ambiental | 62 |
| 4.2.1. Análise de Regressão | 62 |
| 4.2.2. Análise Multivariada | 66 |
| 5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES | 69 |
| 6. BIBLIOGRAFIA | 72 |
| ANEXOS | 76 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FIGURA 01 – Mapa de localização da área em estudo | 3 |
| FIGURA 02 – Cálculo da área do hexágono..... | 31 |
| FIGURA 03 – Carta com a distribuição de hexágonos na área de estudo | 51 |
| FIGURA 04 – Carta com os divisores d'água da área de estudo em 32 unidades | 52 |
| FIGURA 05 – Carta de Compartimentação Geomorfológica da área de es- tudo..... | 53 |
| FIGURA 06 – Carta Geológica da área de estudo..... | 54 |
| FIGURA 07 – Carta de Uso da Terra da área de estudo | 55 |
| FIGURA 08 – Reta de Deterioração Ambiental..... | 57 |
| FIGURA 09 – Zoneamento Ambiental da Microbacia do DNOS..... | 61 |
| FIGURA 10 – Frequências no Zoneamento Ambiental..... | 68 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| QUADRO 01 - Valores ponderados ambientais à codificação da declividade..... | 34 |
| QUADRO 02 – Valores ambientais ponderados à codificação densidade de drenagem..... | 36 |
| QUADRO 03 - Valores ambientais ponderados à codificação de Classes de RN..... | 37 |
| Quadro 04 - Valores Ponderados e Codificação das Vegetações. | 38 |
| QUADRO 05 - Valores ponderados em relação à compartimentos..... | 39 |
| QUADRO 06 - Valores ponderados em relação ao grau de erodibilidade. | 39 |
| QUADRO 07 - Valores Ponderados e Codificação do Uso da Terra. | 41 |
| QUADRO 08 - Valores Ponderados e Codificação da Paisagem Nativa. | 41 |
| QUADRO 09 – Temas e Valores ponderados levantados. | 42 |
| QUADRO 10 - Valores significativos das Unidades Críticas de Deterioração Ambiental. | 44 |
| QUADRO 11 – Definições das classes e pesos ambientais. | 59 |
| QUADRO 12 – Área e cálculo das porcentagens para as classes de Zoneamento Ambiental..... | 59 |
| QUADRO 13 – Cálculo das deteriorações ambientais nas Classes de Zoneamento Ambiental. | 60 |
| QUADRO 14 – Variável dependente com seu respectivo valor ambiental, considerado na análise estatística. | 63 |
| QUADRO 15 – Resumo da Análise de Regressão pelo método “ <i>Stepwise/Forward</i> ”..... | 64 |
| QUADRO 16 – Resumo dos coeficientes obtidos pela Análise de Regressão para o Zoneamento Ambiental | 66 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| QUADRO 17 – Estatística descritiva..... | 67 |
| QUADRO 18 – Classes de Zoneamento Ambiental por hexágono, com suas freqüências e estatística descritiva..... | 67 |

LISTA DE ANEXOS

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ANEXO A – Modelo temático de cruzamento de dados de dois planos programado no LEGAL – Programa Spring4.1 | 77 |
| ANEXO B – Quantificação dos temas e dos parâmetros | 78 |
| ANEXO C – Deteriorações ambientais por hexágono geral | 88 |
| ANEXO D – Deteriorações ambientais por hexágonos (APP) | 90 |
| ANEXO E – Deteriorações ambientais por hexágonos (ACP) | 91 |
| ANEXO F – Deteriorações ambientais por hexágonos (ARA) | 92 |
| ANEXO G – Deteriorações ambientais por hexágonos (AUO) | 93 |
| ANEXO H – Matriz de dados brutos | 94 |
| ANEXO I – Análise de Regressão pelo Método “Stepwise/forward” | 96 |
| ANEXO J – Matriz de correlação resultante da Análise Fatorial para o Zonamento Ambiental | 98 |

RESUMO

ZONEAMENTO AMBIENTAL DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RESERVATÓRIO DO DNOS DE SANTA MARIA – RS

AUTOR: CARLOS GILBERTO KONRAD

ORIENTADOR: JOSÉ SALES MARIANO DA ROCHA

CCNE/UFSM, Mar. 2005

Esta dissertação determina como estudo de caso, a microbacia hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim, mais precisamente partindo da linha divisora de águas até a barragem do reservatório do DNOS - Departamento Nacional de Obras e Saneamento. A área de estudo é de extrema importância para o desenvolvimento da fauna, da flora e dos recursos hídricos da região. O objetivo geral de estudo, o zoneamento ambiental, discute e apresenta resultados referentes aos conflitos ambientais, na microbacia. Especificamente pretende-se verificar os parâmetros de declividade, densidade de drenagem, coeficiente de rugosidade, compartimentos geomorfológicos, formações geológicas, uso da terra, paisagem nativa, vegetação, como parâmetros ambientais para a elaboração do zoneamento; Caracterizar e mapear as zonas ambientais de acordo com suas características físicas em zonas de Área de Preservação Permanente (APP), Área de Conservação Permanente (ACP), Área de Restauração Ambiental (ARA) e Área de Uso e Ocupação (AUO). O Zoneamento permitiu concluir que 24,19% da microbacia deve ser considerada como área de preservação permanente, 59,68% como área de conservação permanente, 11,29% como área de restauração ambiental e 4,84% como área de uso e ocupação.

Palavras Chave: Zoneamento Ambiental, microbacia, Vacacaí-Mirim, Barragem do DNOS, zonas ambientais.

ABSTRACT**ENVIRONMENTAL ZONING OF THE HIDROGRAFIC MICROBASIN OF
THE DNOS RESERVOIR OF SANTA MARIA – RS****AUTHOR: CARLOS GILBERTO KONRAD**ADVISOR: JOSÉ SALES MARIANO DA ROCHA
CCNE/UFSM, Mar. 2005

This dissertation has determined as case study the hydrographic microbasin of the Vacacaí-Mirim river, more precisely going from the dividing water line to the barrage of the DNOS reservoir - Departamento Nacional de Obras e Saneamento (National Department of Building and Sanitation). The study area is of extreme importance to the development of fauna, flora and hidric resources of the region. The general purpose of study, the environmental zoning discusses and presents diferent results to environmental conflicts, in the microbasin. Particularly, we intendt to verify the parameters of declivity, draning density, ruggedness coefficient, geomorfological compartments, geological formations, use of land, native landscape, vegetation, as environmental parameters to the zoning elaboration. To characterize and map the environmental regions according to its fisical caracteristics in zones of Área de Preservação Permanente-APP (Permanent Preservation Área), Área de Conservação Permanente - ACP (Permanent Conservation Area), Área de Restauração Ambiental - ARA (Environmental Restoration Area) e Área de Uso e Ocupação - AUO (Use and Occupation Area). The Zoning alloud the reaching of a conclusion that 24,19% hydrographic microbasin must be considered area of permanent preservation, 59,68% as area of permanent conservation, 11,29% as area of environmental restoration and 4,84% as area of use and occupation.

Key-words: environmental zoning, hydrographic microbasin, Vacacaí-Mirim, DNOS Barrage, environmental zones.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho teve como estudo de caso, a microbacia hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim, mais precisamente partindo dos divisores de água até a barragem do reservatório do DNOS - Departamento Nacional de Obras e Saneamento. A área de estudo é de extrema importância para o desenvolvimento da fauna, da flora e dos recursos hídricos da região.

O Zoneamento Ambiental da área circundante do reservatório do DNOS, que abastece a cidade de Santa Maria-RS é estruturado com o acompanhamento de estudos realizados na Microbacia que abastece o reservatório até a barragem. Este zoneamento detectou problemas ambientais presentes em detrimento ao uso da terra em diversos modos, determinando ainda o conhecimento destes que atuam no equilíbrio dinâmico da área afetada.

A área, em questão e o lago de abastecimento, merecem atenção redobrada, além de um plano emergente de contenção de eventuais poluentes, já que as águas estão vulneráveis a estes e são utilizadas como meio de sobrevivência humana num período estendido.

As Unidades de Conservação, conforme definido pela Lei nº 2.892, de 1992, são “espaços territoriais e seus componentes, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, de domínio público ou privado, legalmente instituídas pelo Poder Público, com objetivos e limites definidos, sob regimes especiais de administração, às quais se aplicam garantias adequadas de proteção”. Elas podem ser Unidades de Conservação de Uso Direto destinadas à conservação da biodiversidade, onde se permite utilizar os recursos de forma sustentável, estabelecendo modelos de desenvolvimento e Unidades de Conservação de Uso Indireto destinadas a conservação da biodiversidade, à pesquisa científica, à educação ambiental e à recreação.

A Prefeitura Municipal de Santa Maria pretende criar um parque ou Unidade de Conservação nas proximidades do lago para fins diversos, entre eles amenizando eventuais problemas na área. Dentro desta perspectiva, desperta-se como objetivo o zoneamento ambiental, discutindo e apresentando resultados referentes aos conflitos ambientais.

Especificamente pretende-se verificar os parâmetros de declividade, densidade de drenagem, coeficiente de rugosidade, compartimentos geomorfológicos, formações geológicas, uso da terra, paisagem nativa, vegetação; Caracterizar e mapear as zonas ambientais de acordo com suas características físicas e criar metodologia específica de zoneamento ambiental, para micro bacias.

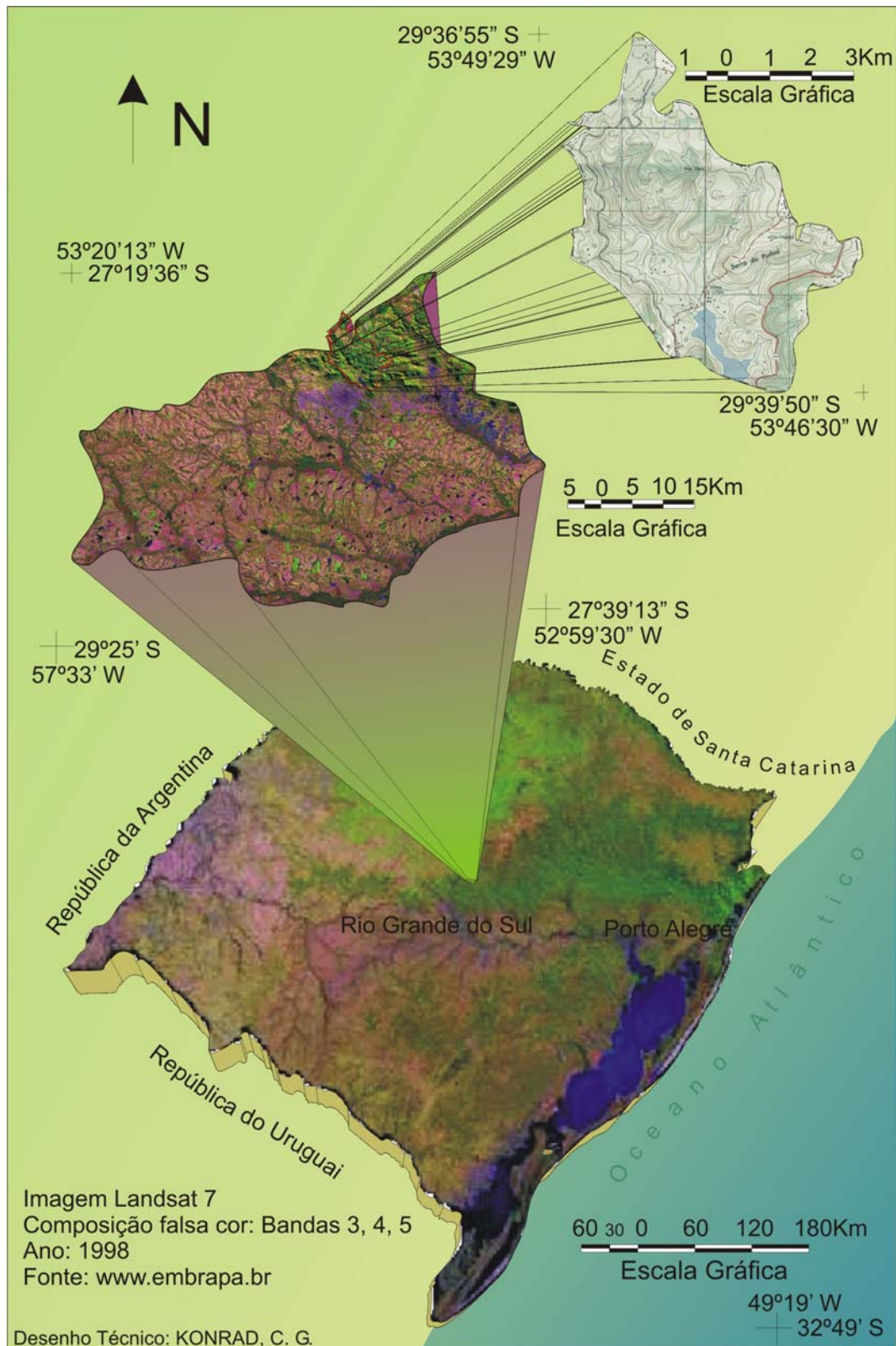
Definiu-se, para a área de estudo, as zonas de Área de Preservação Permanente (APP), Área de Conservação Permanente (ACP), Área de Restauração Ambiental (ARA) e Área de Uso e Ocupação (AUO).

Estes conhecimentos podem ser postos à prova na aplicação de técnicas modernas dentro da Geografia com a aplicação de metodologias desenvolvidas em áreas de conhecimento distintas como as da engenharia em geral.

1.1. Caracterização Geral da Área

1.1.1. Localização da área

A área de estudo pertence aos municípios de Itaara e Santa Maria-RS localizada no Planalto, Depressão Periférica Sul-Rio-grandense e Reborde do Planalto. É parte integrante da Microbacia Hidrográfica Vacacaí-Mirim e caracteriza-se por abastecer o lago do DNOS responsável pelo abastecimento de 60% da área urbana de Santa Maria. Localiza-se entre as coordenadas geográficas 53°46'30" a 53°49'29" de Longitude Oeste de Greenwich e 29°36'55" a 29°39'50" Latitude Sul, com área aproximada de 3.030ha (Figura 01).



Fonte: www.embrapa.com.br e Diretoria de Serviço Geográfico do Exército
Org.: Konrad, C. G., 2004

FIGURA 01 – Mapa de localização da área em estudo

1.1.2. Características Fisiográficas

A área de estudo pode ser dividida em 2 compartimentos geomorfológicos (Planalto e Depressão Periférica) acrescido de uma área de transição (Rebordo do Planalto):

Região do Planalto: Caracteriza-se pela sua altitude de 300 a 480m com relevos ondulados e suavemente ondulados resultantes da dissecação fluvial e pela drenagem de padrão dendrítico com vales em forma de V. É formado pelo vulcanismo da Bacia do Paraná, ocorrido no Mesozóico com a presença de basaltos e arenitos.

Depressão Periférica: Caracteriza-se em uma região mais ou menos plana e suavemente ondulada, com morros de forma arredondada. Sua formação ocorreu no Paleozóico e Mesozóico (Triássico). Constitui-se ainda por rochas sedimentares da Bacia do Paraná, que ainda foram localmente encobertos por sedimentos cenozóicos e também recentes nas planícies aluviais.

O rebordo do Planalto: É uma área de transição entre o planalto e a depressão periférica e caracteriza-se por escarpas abruptas e rede de drenagem com padrão dendrítico com vales em forma de V. Esta flui em direção a depressão periférica e com sua forte ação provoca erosão regressiva e o conseqüente festonamento da escarpa.

1.1.3. Características Climáticas

De acordo com Moreno (1961) *apud* Isaias (1992), o clima específico do município de Santa Maria, de acordo com o sistema de classificação de Köppen, é o sub-tropical "Cfa", com temperatura média anual de 19,3°C; a média das temperaturas máximas do mês mais quente (janeiro) é de 31,5°C e do mês mais frio (julho) atinge os 9,3°C; a temperatura mínima absoluta é geralmente de 0°C, e a máxima absoluta é de 35°C.

A precipitação média anual é superior a 1.500mm, com uma frequência de 113 dias. Entretanto, esta região pode sofrer um déficit anual superior a 200 mm de precipitação.

A umidade relativa do ar média anual é de 82%; os ventos predominantes são de leste e sudoeste, com frequência expressiva também para os ventos que sopram do quadrante norte. A região é periodicamente invadida por massas polares e frentes frias (Frente Polar Atlântica), responsáveis pelas baixas temperaturas (Inverno) e pela regularidade na distribuição das precipitações.

1.1.4. Características da Vegetação

Segundo Bortoluzzi (1971), o Município de Santa Maria é vegetado pelos campos limpos e pela floresta Sub-caducifolia sub-tropical.

Os campos limpos constituem a pastagem natural, predominando em quase toda a depressão periférica do município. Ocorrem também na porção do Planalto. Em meio aos campos, é comum a presença de capões isolados de mata de pequeno e grande porte.

A escarpa da Serra Geral é ocupada por floresta sub-caducifolia sub-tropical, a qual, de acordo com Seplan (1986), é constituída por dois estratos arbóreos distintos, um emergente e outro dominado. O estrato emergente apresenta árvores com altura variando entre 25 e 30 metros, caracterizado pelo predomínio de espécies leguminosas caducifólias, dentre as quais se destacam a Grápia (*Apuleia leiocarpa*), o Angico Vermelho (*Parapiptadenia rígida*). O estrato dominado, contínuo, é constituído por árvores cuja altura não ultrapassa os 20 metros, caracterizando-se por uma grande diversidade florística de espécies predominantemente perenifólias, com considerável ocorrência de lauráceas: Canela-Guaicá, Guajuvira (*Patagonula americana* L.), Alecrim entre outras. Além dos dois estratos arbóreos referidos, verifica-se também a ocorrência de estrato arbustivo, com alta frequência de indivíduos, principalmente os gêneros

Actinostemon, Sorocea, Trichilia, entremeados pela intensa regeneração das espécies formadoras dos níveis arbóreos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Zoneamento Ambiental

Zoneamento Ambiental é um Sistema de Ordenamento de um Ecossistema (unidade ambiental) de seres bióticos e abióticos que produzem algo.

Assim, de acordo com Rocha *apud* EMA (1986), o Zoneamento Ambiental procura ordenar o território segundo suas características bióticas e abióticas básicas através do agrupamento de áreas cujos conjuntos formam unidades de terra relativamente homogêneas, de modo a facilitar a análise integrada da paisagem.

Segundo EMA: ‘O Zoneamento Ambiental constitui um instrumento indispensável para conciliar os imperativos do desenvolvimento econômico com a necessidade de se proteger e melhorar o meio ambiente’ (*apud* Rocha, 1997).

2.1.1. Histórico

Historicamente, os exercícios de “zoneamento” no Brasil têm-se relacionado a pelo menos duas tradições. A primeira diz respeito à regulação do uso do solo urbano, tipicamente por instrumentos legais, normativos, tendo a saúde humana como uma preocupação central. A segunda tradição tem sido, o zoneamento agrícola ou agro-ecológico que visa o planejamento espacial de atividades produtivas, baseado em estudos dos solos e outras características dos recursos naturais (geologia, geomorfologia, clima, etc.).

No início dos anos 80, surgiu uma terceira tradição de “zoneamento ambiental”, tendo como ponto de partida uma nova lei sobre a “Política Nacional do Meio Ambiente” (Lei Nº. 6.938 de 31/08/81). O conceito do zoneamento ambiental assumiu um caráter normativo restritivo, para fins de proteção do meio ambiente. A legislação sobre o “zoneamento ambiental” e sua implementação prática nunca avançaram substancialmente.

Em 1988, o Governo Brasileiro deu início ao “zoneamento econômico-ecológico” no âmbito do programa “Nossa Natureza”, lançado pelo Governo Sarney em resposta a um surto de preocupações internacionais sobre o desmatamento acelerado e outros problemas sócio-ambientais na fronteira amazônica. Na contextualização do Programa Nossa Natureza, enfatizou-se a necessidade de promover a “ordenação territorial” da Amazônia, de forma a conciliar o desenvolvimento econômico com a proteção ambiental, a conservação dos recursos naturais e o apoio às populações tradicionais.

Durante o Governo Collor, a idéia do zoneamento econômico-ecológico encontrou ressonância com a sua visão “modernizadora” da sociedade, onde as preocupações com o meio ambiente constavam na pauta dos países de primeiro mundo. Em setembro de 1990, foi criada a “Comissão Coordenadora do Zoneamento Ecológico-Econômico do Território Nacional” (CCZEE) como instância interministerial, sob a coordenação executiva da Secretaria de Assuntos Estratégicos (SAE). Nessa época, a Amazônia Legal foi definida como área prioritária para o início do ZEE no território nacional.

De acordo com a SAE, o zoneamento econômico-ecológico representa uma convergência e evolução de diferentes tradições de zoneamento no Brasil (urbano, agrícola e ambiental) na medida em que incorpora as dimensões ambiental e social em processos de planejamento regional, seguindo princípios de Desenvolvimento Sustentável delineados na época da Conferência do Rio (Rio '92).

Recentemente, a SAE tem definido o zoneamento econômico-ecológico como “um instrumento político e técnico do planejamento, cuja finalidade última é otimizar o uso do espaço e as políticas públicas”. Como instrumento técnico, o ZEE deve prover informações sobre o território, necessárias para planejar a sua ocupação racional e o uso sustentável dos recursos naturais. Essas informações deve ser organizadas em uma base geográfica, classificando o território segundo suas ‘potencialidades’ e ‘vulnerabilidades’. Por outro lado, o ZEE é considerado um “instrumento de negociação entre várias esferas de governo e entre estas, o setor privado e a sociedade civil, isto é, um instrumento para a construção de parcerias” (SAE, 1997).

Em termos conceituais, o zoneamento econômico-ecológico pode ser considerado um exercício de “gestão social do espaço” que deve ser baseado em processos democráticos e transparentes de diálogo e negociação, envolvendo diversas instâncias do poder público e setores representantes da sociedade (empresários, sindicatos, ONG’s - organizações não-governamentais, movimentos sociais, comunidade acadêmica, etc.) à construção de parcerias e a resolução de eventuais conflitos sobre a destinação de espaços territoriais. Na implementação do zoneamento econômico-ecológico, os estudos técnicos devem servir como subsídios às negociações políticas sobre a ocupação de espaços territoriais e o uso de recursos naturais.

Claramente, a implementação de planos de zoneamento deve compatibilizar-se com as legítimas instituições democráticas da sociedade, inclusive o arcabouço jurídico existente. No entanto, a efetiva implementação do zoneamento tipicamente implica na realização de esforços para amenizar políticas públicas, especialmente na medida em que estas têm demonstrado incompatibilidades com as diretrizes sociais, econômicas e ambientais do Desenvolvimento Sustentável.

Nos últimos anos, têm surgido debates, sobre os conceitos e métodos de implementação prática do Zoneamento Econômico-Ecológico es-

estimulado por parlamentares no Congresso Nacional, ONG's, acadêmicos e governos estaduais. Os principais pontos de debate têm-se relacionado a problemas de participação pública no zoneamento, limitações inerentes ao “macro-zoneamento”, adequação da metodologia da SAE e problemas de incompatibilidade entre políticas públicas relacionadas à gestão dos recursos naturais (<http://www.rondo-nia.ro.gov.br/MEM/2/13pol.htm>).

2.2. Legislação ambiental

Segundo a Constituição Federal de 1988, Art. 225, todos têm o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à qualidade de vida, impondo-se ao poder público à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Conforme Kurtz (2002), a Lei 9.433 de 08/01/97, capítulo I, art. 1, inciso 5, da Política Nacional dos Recursos Hídricos, baseia-se nos seguintes fundamentos: a Bacia Hidrográfica é a unidade territorial para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e para a atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Conforme o Código Florestal, Lei nº 4.771, de 15.09.65, em seu artigo 16º, as derrubadas de florestas nativas, primitivas ou regeneradas, só serão permitidas desde que seja, em qualquer caso, respeitado o limite mínimo de 20% da área de cada propriedade com cobertura arbórea. Pelo artigo 2º desse Código, consideram-se de preservação permanente as florestas e demais formas de vegetação natural situadas ao longo dos rios, nas nascentes, nas encostas com declividade superior a 45º e nos topos dos morros. O artigo 10º, e emendas posteriores, dizem que não é permitida a derrubada de florestas situadas em áreas de inclinação entre 25º e 45º só sendo nelas tolerada a exploração racional, através da aplicação de um Plano de Manejo Florestal, que vise a rendimentos sustentados e permanentes (Mello Filho *apud* Kurtz, 2002).

Kurtz (2002) cita ainda a Lei nº 9.985, de 18 de junho de 2000, que instituiu o Sistema de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e define, respectivamente, o Uso Sustentável, Zoneamento e Plano de Manejo Florestal, no seu art. 2:

Parágrafo XI — Uso sustentável: exploração do ambiente de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e os demais atributos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável.

Parágrafo XVI — Zoneamento: definição de setores ou zonas em uma unidade de conservação com objetivos de manejo e normas específicas, com o propósito de proporcionar os meios e as condições para que todos os objetivos da unidade possam ser alcançados de forma harmônica e eficaz.

Parágrafo XVII — Plano de Manejo Florestal: documento técnico mediante o qual, com fundamento nos objetivos gerais de uma Unidade de Conservação (UC), se estabelece o seu zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da unidade.

No Código Florestal Estadual de 21 de janeiro de 1992 *apud* Kurtz (2002), que institui o Código Florestal do Estado de Rio Grande do Sul e dá providências, no Capítulo I,

Art. 1º - As florestas nativas e as demais formas de vegetação natural existente no território estadual, reconhecidas de utilidade às terras que revestem, são consideradas bens de interesse comum a todos os habitantes do Estado, que se exercendo os direitos com as limitações que a legislação em geral e, especialmente, esta Lei estabelecem e Art. 2º - A política florestal do Estado tem por fim o uso adequado e racional dos recursos florestais com base nos conhecimentos ecológicos, visando a melhoria de qualidade de vida da população e à compatibilização do

desenvolvimento sócio-econômico com a preservação do ambiente e do equilíbrio ecológico.

2.3. Unidades de Conservação (UC)

As Unidades de Conservação, conforme definido pela Lei nº 2.892, de 1992, são “espaços territoriais e seus componentes, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, de domínio público ou privado, legalmente instituídas pelo Poder Público, com objetivos e limites definidos, sob regimes especiais de administração, às quais se aplicam garantias adequadas de proteção”. O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) aguarda a votação no Congresso Nacional, das normas vigentes que classificam as Unidades de Conservação da seguinte maneira: a) Unidades de Conservação de Uso Indireto, destinadas à conservação da biodiversidade, à pesquisa científica, à educação ambiental e à recreação e b) Unidades de Conservação de Uso Direto, destinadas à conservação da biodiversidade, onde se permite utilizar os recursos de forma sustentável, estabelecendo modelos de desenvolvimento (Kurtz, 2000).

2.4. Recursos Naturais

Segundo Rocha (1997), os recursos naturais são componentes próprios ou vinculados aos parâmetros: ar, água, solo/rocha, vegetação e fauna silvestre, que o Homem utiliza para a sua sobrevivência. Pela ação antrópica, tais recursos podem ser deteriorados ou mesmo extintos. Cabe ao Homem, com a sua inteligência, conservá-los, pois assim, estará conservando a sua própria existência. Sabe-se também, que qualquer recurso natural renovável, se deteriorado a mais de 10% da sua unidade básica, não se recompõe naturalmente.

Conforme Mello Filho (1999), a deterioração da terra sendo o resultado de ações humanas, pode ser definida como toda e qualquer mudança permanente ou irreversível na estrutura e funções dos recursos naturais da terra ou sua perda. Mudanças que são causadas por alterações de natureza física, química e biológica ou tensões antrópicas induzidas por seres humanos que excedem a capacidade de uso destes recursos naturais.

A deterioração da capacidade assimilativa dos ecossistemas e da capacidade de recuperação dos recursos naturais a taxas compatíveis com o desgaste imposto pelas atividades econômicas do Homem vem demandando uma revisão profunda do tipo de relação que se mantém com a natureza (Margulis, 1990).

Como a sobrevivência humana depende da exploração dos recursos naturais da Terra, torna-se necessário conhecer e reconhecer os efeitos da exploração dos recursos naturais no ambiente não só para impedir a poluição, o que é impossível, mas para se tomar consciência das formas de exploração que conduzam á minimização dos impactos (Matos, 2001).

De acordo com Andrade (1997), os recursos naturais podem ser definidos como todos os componentes da Natureza que podem ser úteis ao Homem, proporcionando-lhe conforto e bem-estar, direta ou indiretamente. Assim sendo, constituem recursos naturais de grande valor, as florestas e a vegetação em geral, a água, os solos, a fauna, o ar, o minério, de entre de outros elemento constituintes do Planeta e que atendem a estas exigências conceituais.

2.5. Uso e ocupação do solo e sua influência nos recursos naturais renováveis

Após a Segunda Guerra Mundial, principalmente a partir da década de sessenta, intensificou-se a percepção de que a Humanidade pode caminhar aceleradamente para o esgotamento ou a inviabilização de recursos indispensáveis à sua própria sobrevivência. E, assim sendo, que algo

deveria ser feito para alterar as formas de ocupação do planeta estabelecidas pela cultura dominante. Este tipo de constatação gerou o movimento de defesa do meio ambiente que luta para diminuir o acelerado ritmo de destruição dos recursos naturais ainda preservados e que busca alternativas que conciliem, na prática, a conservação da Natureza com a qualidade de vida das populações que dependem dessa Natureza (Instituto Ambiental Vidágua, 1996).

Segundo Rocha (1978), a expressão uso da Terra pode ser compreendida como a forma pelo qual o espaço está sendo ocupado pelo Homem. O levantamento do uso da Terra consiste em mapear e avaliar qualitativa e quantitativamente tudo o que existe sobre a litosfera. Através deste tipo de levantamento pode-se conhecer a deterioração causada ao ambiente pelo uso inadequado das terras. As erosões, perda de solo agrícola, assoreamento de cursos de água e inundações são algumas das conseqüências do mau uso das terras.

INPE (1980), informa que o uso da terra consiste na forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo Homem. A atualização do uso da Terra e a sua distribuição espacial são essenciais para o manejo eficiente dos recursos agrícolas e florestais, para que as suas tendências possam ser bem analisadas, os levantamentos do uso da terra são de grande importância, uma vez que o uso desordenado dos espaços resulta em deterioração do ambiente.

Uso da terra segundo Souza Cruz (1998):

- a) Topos de montes ou encostas: nestas áreas deve-se manter a cobertura florestal original, pois as mesmas são completamente inadequadas para uso agro-pastoril. Sem a cobertura vegetal estas áreas ficam sujeitas a processos erosivos, que determinam um impacto bastante severo no ambiente;
- b) Áreas de meia encosta em função de apresentarem ainda declividade relativamente acentuada, a fragilidade destes terrenos é grande, devendo seu uso ser bastante criterioso. Quando estas áreas já foram desmatadas, o mais adequado é que sejam destinadas para o reflorestamento. O perigo maior são as áreas sem cobertura florestal, que ficam muito expostas à ero-

são, inclusive porque poderão comprometer as partes que estão mais a baixo;

c) Encosta com meia declividade: nestas áreas mais próximas à porção plana do terreno, já é possível fazer-se uma utilização mais diversificada. No entanto, a inclinação do terreno ainda determina cuidados com relação a erosão, evitando culturas anuais. O uso destas áreas é indicado para a formação de pastagens ou pomares. A locação de estradas deve ser feita corretamente buscando minimizar os prejuízos decorrentes das enxurradas;

d) Encostas suaves: estes solos podem ser utilizados para culturas anuais, mas necessitam sempre de práticas de conservação do solo e de contenção da erosão;

e) Áreas planas: em geral, são áreas com solos mais profundos e férteis. Associadas a topografia plana, tornam-se preferenciais para as culturas anuais, pois condicionam uma alta produtividade. Mesmo nestas áreas a produtor deve utilizar práticas de conservação e melhoramento do solo.

f) Margens de curso de água: a água é um recurso valioso indispensável, portanto deve-se ter o máximo de cuidado com a sua conservação. A estratégia mais adequada para a conservação dos recursos hídricos é a manutenção de florestas nos topos dos montes, encostas e a utilização de todas as práticas que evitem o escoamento superficial e aumente a infiltração no solo. Para complementar, deve-se manter a floresta nas margens dos cursos de água, pois desta forma preservam-se os seus limites, evita-se a assoreamento e minimiza-se os riscos de contaminação, além de contribuir para a manutenção da fauna silvestre.

Para Mello Filho (1999), na área rural, atividade agrícola mal conduzida tem levado a situações desastrosas de erosão de solo. A camada superficial de solo, que é a mais fértil, é arrastada pelas chuvas, deixando para trás valas e crateras nas propriedades rurais, empobrecendo o solo e assoreando represas, além de levar para as águas dos rios resíduos de adubos e outros químicos. Esta remoção de terra fértil representa milhões de reais que o país perde anualmente, exigindo aplicações cada vez maiores de fertilizantes nas áreas erodidas para que se possa manter a produtividade agrícola.

Tucci (1993), lembrou que a ação do homem, no planejamento e desenvolvimento da ocupação do espaço Terra, requer cada vez mais uma visão ampla sobre as necessidades da população, os recursos terrestres e aquáticos disponíveis e o conhecimento sobre o comportamento dos

processos naturais no ecossistema, para racionalmente compatibilizar necessidades crescentes com recursos limitados.

Souza Cruz (1998), relaciona alguns pontos que devem ser observados para uma propriedade planejada:

- utilizar o solo de acordo com a sua vocação agrícola, localizando adequadamente o reflorestamento, a fruticultura, as pastagens/criação e as culturas perenes e anuais;

- adotar todas as práticas que permitam que o maior volume de água permaneça por mais tempo na propriedade, sem escoamento superficial (solo coberto, plantio em curva de nível, terraços, cordões vegetais ou de pedra, reflorestamento, açudes, etc.);

- promover uma diversificação de atividades que permitam a utilização racional dos recursos da propriedade, como o solo e mão-de-obra, além de proporcionar um bom fluxo de caixa durante o ano todo dentro de um modelo agro-silvo-pastoril;

- localizar adequadamente estradas, instalações e áreas agrícolas, evitando assim distâncias desnecessárias.

Segundo o mesmo autor o conhecimento do uso da terra de um determinado ecossistema torna-se importante na medida em que permite confrontar este uso com diversos outros fatores que medem a real capacidade de uso das suas terras.

2.6. Capacidade de uso da terra

O homem não tem usado na sua habilidade para manipular a terra, toda a sabedoria e precaução necessária. A consequência tem sido a deterioração do meio ambiente, ou seja, erosão do solo, compactação, falta de escoamento da água, salinização, perda de habitat natural, desperdício dos recursos florestais, poluição da água, do ar e destruição da beleza da paisagem que são evidentes em muitas partes do mundo. Estes são resultados da falta de aptidão e de compreensão humana sobre usar apropriadamente a terra e os seus recursos. O objetivo é usá-la so-

mente com finalidades que estejam dentro das suas possibilidades, através da percepção das causas em potencial de instabilidade e da determinação dos sistemas de uso e manejo que possam superar estas causas (Andrade, 1997).

Para Rocha *apud* Morais (1997), a classificação geral da capacidade de uso da terra visa ao estabelecimento de bases para a formulação de planos e recomendações com respeito às melhores relações entre o homem e a terra. Este relacionamento determina que não apenas devem ser consideradas algumas das limitações de uso do solo e de alguns dos problemas, mas de todos. Segundo o mesmo autor, o objetivo último da classificação da capacidade de uso da terra é, invariavelmente, o econômico, e, por isso mesmo, a não ser que todos os fatores físicos, econômicos e sociais sejam claramente reconhecidos e avaliados corretamente, é pouco provável que esta classificação seja inteiramente prática e possa ser largamente usada.

Uma classificação do solo, simplesmente, não constitui, evidentemente, um sistema completo de classificação de terra, uma vez que envolve unicamente fatores físicos. Representa, entretanto, um ponto de partida para uma perfeita classificação do uso da terra, notadamente onde os fatores econômicos e sociais possam também ser entrosados para a elaboração de uma classificação mais completa. Uma vez levantados sumariamente os fatores que maior influência têm sobre o uso da terra, ou sejam, a natureza do solo, a declividade, a erosão, a drenagem, a irrigabilidade, o clima, o mercado, as estradas, o uso atual e outros, serão os mesmos devidamente interpretados e pesados em conjunto para a determinação e separação das classes de capacidade de uso (Rocha *apud* Morais 1997).

Segundo o levantamento de “Reconhecimento da Capacidade de Uso da Terra do Rio Grande do Sul” *apud* Figueiredo (1991), cerca de 42% da área do Rio Grande do Sul apresenta aptidão florestal, pastoril ou silvopastoril. Salienta-se, no entanto, que nesta classificação de uso da

terra são consideradas apenas as características inerentes ao solo e às condições climáticas, não sendo, portanto consideradas as condições sócio-econômicas e políticas as quais, são, como se sabe, determinantes e condicionantes da exploração da potencialidade da terra.

Destes 42% de terras propícias à floresta, existentes no Rio Grande do Sul, mais de 90% são usadas por agricultura conflitante (Rocha, 1991).

O mesmo autor afirma que se o Estado plantar três vezes mais que plantava em 1991, seriam necessários mais de 131 anos para repor os 25% de cobertura florestal, mínimo recomendado pela comunidade científica, pela FAO e por outras organizações internacionais.

Downes *apud* Baracuhy (2001) relata que um bom manejo do uso da terra, para produção primária, exige que um planejamento se estenda por muitos anos e não só por semanas ou meses. As decisões sobre a economia do país deveriam compreender este fato e trabalhar baseados em uma agricultura estável e prospera na qual a produtividade seja a mais previsível possível e que possa proporcionar as melhores bases para o bem-estar popular, para a economia como um todo, inclusive a terra.

2.7. Aerofotogramas

De acordo com Rocha *apud* Morais (1997), uma fotografia aérea pode fornecer boas informações ao fotointérprete quando estudada simplesmente a vista desarmada e sem percepção de terceira dimensão. Todavia, quando se associam pares de fotografias aéreas (pares estéreoscópicos) para se fazer a fotointerpretação, obtém-se melhores resultados, principalmente em regiões com acentuado movimento de terras (regiões acidentadas).

Para Carver (1988), os dados físicos extraídos das fotografias deverão incluir:

Drenagem: inclui todas as depressões naturais, desde grandes rios até pequenos cursos de água e terras baixas, onde a água fluirá durante a estação chuvosa.

Divisores de água: são os pontos mais altos do terreno, de onde a água fluirá para duas regiões de drenagem separadas.

Áreas não aráveis: terras que sob condições normais estão na categoria de não aráveis devido aos impedimentos superficiais, tais como solos com pouca profundidade, encostas íngremes e umidade.

As chaves de interpretação são métodos auxiliares que têm por finalidade ajudar o fotointérprete na identificação rápida e precisa dos objetos em estudo mediante a observação e análise comparada entre as características fotográficas destes, com características contidas em chaves (Carneiro, 1976).

Conforme Rocha *et al* (1996), (...) cada alvo ou tema interpretado, em um aerofotograma, por milhares que sejam, têm feição própria: a água, as florestas, os cultivos agrícolas, as estradas, os solos, entre outros. Cada um tem a sua cor, a sua textura e a sua tonalidade.

Salienta-se que a fotografia aérea reporta-se na execução de levantamentos dos recursos naturais, que além das informações que acrescenta, as quais são de extrema importância, pode ser considerado um instrumento capaz de representar a forma e o arranjo espacial dos temas interpretados, facilitando o mapeamento do uso da terra, que é a mais importante aplicação das fotografias aéreas (Werlang *apud* Baracuhy, 2001).

2.8. Parâmetros Ambientais

2.8.1. Declividade

Vieira *et al* (1988), Rocha (1991), e Arend (1992) *apud* Mello Filho (1994) referem que o grau de erodibilidade dos solos é função da declividade média, devido à força gravitacional, que determina maior ou menor velocidade de escoamento das águas pluviais sobre a superfície, associada ao tipo de solo, à cobertura vegetal e ao tipo de uso da terra. Desta forma declividade na área em questão é relevante e complexa.

Com duas unidades geomorfológicas (Serra Geral e Depressão Periférica) e ainda uma unidade de transição (escarpa) este terreno tem grandes variações de altimetria e de angulação.

2.8.2. Densidade de drenagem

A drenagem, embora tenha seus cursos forçados pela inclinação acentuada do terreno, ainda obedecem a litologia fissural provocada por falhas e fraturas classifica-se como dendrítico, ou arborecente, devido a disposição da rede de drenagem em forma de árvore (Rocha 1986).

2.8.3. Coeficiente de rugosidade (Ruggedness Number - RN)

O coeficiente de rugosidade, ou *Ruggedness Number*, tem a finalidade de classificar as terras do tipo: A (terras agrícolas), B (terras pastoris), C (terras pastoris e florestais) e D (terras florestais). Sendo os menores valores de RN correspondentes, naturalmente, às terras agrícolas. O RN é também um dado importante para a vazão superficial de um terreno: quanto maior o seu valor, mais propício é o terreno à erosão (Rocha *apud* Moraes, 1997).

2.8.4. Vegetação

Segundo Kricher (1989), a vegetação é uma característica do meio mais importante para o conjunto dos animais. Intervenções nesse segmento do habitat produzem efeitos diretos na fauna, pela redução, aumento ou alteração de dois atributos chave, que são o alimento e o abrigo.

2.8.5. Compartimento Geomorfológico

O Rio Grande do Sul apresenta quatro grandes compartimentos geomorfológicos: Planalto, Depressão Periférica, Escudo Sul-Riograndense e Planície Costeira. Neste contexto, o Município de Santa Maria, localizado

no centro do estado, ocupa áreas de Planalto e da Depressão Central (Castillero, 1984).

Desta forma, a Microbacia hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim pode ser dividida, em linhas gerais, em três grandes compartimentos geomorfológicos com características morfológicas e geológicas distintas:

Região do Planalto: a zona das nascentes localizada na denominada região do Planalto, a altitude varia entre 300 e 480 metros, é formado pelo vulcanismo da Bacia do Paraná, ocorrido no Mesozóico, com a presença de Basaltos e arenitos intertrapps. A região é caracterizada pela presença de um relevo ondulado e suavemente ondulado, resultante do trabalho de dissecação fluvial na superfície do planalto. A drenagem tem padrão Dendrítico, com vales em V ou de fundo plano.

Rebordo do Planalto: área caracterizada pela transição entre o planalto e a depressão Periférica, caracterizada por escarpas abruptas. A drenagem flui no sentido da depressão Periférica e é caracterizada por um padrão dendrítico com presença marcante dos vales em V, que por erosão regressiva provocam o festonamento da escarpa.

Depressão Periférica: constitui-se por rochas sedimentares da Bacia do Paraná, que datam do Paleozóico e Mesozóico (Triássico), encobertos localmente por sedimentos cenozóicos e também recentes (planícies aluviais). Destaca-se na região uma topografia mais ou menos plana e suavemente ondulada, com montes de forma arredondada.

2.8.6. Caracterização Geológica

O Membro Caturrita de Bortoluzzi (1974), elevado à categoria de Formação por Medeiros (1980) constitui, em sua característica geológica, a porção basal da encosta da região serrana (rebordo do Planalto Meridional), onde é comum estar recoberta por depósitos de talude.

As litologias mais representativas dessa Formação constituem-se de camadas de arenitos finos a médios, de cor rosa a cinza-clara e composição essencialmente quartzosa, que se intercalam, freqüentemente, com

camadas ou lentes de siltitos arenosos de espessura menor e cor avermelhada. Arenitos da textura mais grossa são comuns junto à base.

A litologia dominante da Formação do Botucatu é representada por arenitos médios a finos (Veiga, 1973), bem selecionados, de cor rosa, compostos essencialmente de quartzo e pouco feldspato, com grãos arredondados e foscos. Estratificação cruzada eólica, de grande porte, está invariavelmente presente.

A Formação da Serra Geral, subdividida em duas seqüências — Básica inferior e Ácida superior de derrames de lavas e separadas, a leste de Silveira Martins por uma camada de Arenito Botucatu, abrange a maior parte da área mapeada, correspondendo à região do Planalto e recobrimo, também, os morros testemunhos que acompanham o rebordo da zona de escarpa (Serra Geral).

2.8.7. Uso da terra

É conceito generalizado, entre as organizações mundiais de preservação do meio ambiente, que uma região correspondente a uma Unidade de Planejamento (Região Fisiográfica, Estado, Bacia ou Sub-bacia Hidrográfica, Município ou Propriedade Rural), deve possuir, no mínimo, 25% de cobertura florestal para que se estabilizem os processos de erosão, enchentes, mão-de-obra no meio rural e produção de matéria prima (biomassa industrial, energética e ecológica), considerando-se regiões com até 25% de declividade média. Para regiões com declividade média acima de 25% a área mínima de cobertura vegetal vai a 65% (Rocha, 1997).

2.8.8. Paisagem Nativa

A paisagem nativa é a paisagem que não foi substituída por outra. Pode-se considerar a existência de áreas onde a paisagem nativa continua a ser predominante até outras onde se verifica o seu quase total desaparecimento. O índice de paisagem nativa é a vegetação original. Para

Kruger (1989), a vegetação é a característica do meio mais importante para o conjunto dos animais. Intervenções nesse segmento do habitat produzem efeitos diretos na fauna, pela redução, aumento ou alteração de dois atributos-chave, que são o alimento e o abrigo.

2.9. Análises Estatísticas

2.9.1. Análise de Regressão

Para Kurtz (2002), a análise de regressão é uma técnica estatística que caracteriza a relação entre duas variáveis tomando-se uma variável resposta/dependente, para observar a sua variação em função de uma ou mais variáveis explicativas ou independentes com as quais se pretende explicar a primeira. A curva matemática que tem margem de erro menor, é a que vai se adequar para a descrição dos dados disponíveis. Isso é realizado através do método dos mínimos quadrados. A correta interpretação depende dos seguintes fatores: o valor de r (Coeficiente de Correlação) – índice que varia entre -1 e +1, onde o maior valor, tanto negativo quanto positivo é o mais concordante entre a realidade e a curva de regressão. O r^2 indica o percentual da variância da variável dependente que pode ser explicado pela(s) variável(eis) independente(s). O valor de p , associada ao valor da função de F da regressão, indica a probabilidade de que o coeficiente de correlação levantado, seja qual for o seu valor, tenha surgido ao acaso e pode ser obtida a partir do modelo de regressão. Já o valor de p para a Estatística t de cada variável adquirida do modelo de regressão, indica a probabilidade de que o coeficiente levantado para cada variável, seja qual for o seu valor, tenha surgido ao acaso. É a forma de se verificar a probabilidade de que cada relação observada entre uma variável independente e a variável que se quer explicar tenha ocorrido ao acaso. Ainda pode-se analisar os resíduos, ou seja, das diferenças entre os valores previstos pelo modelo de regressão para a variável depen-

dente e os valores de fato observados. O ideal seria que os resíduos fossem aleatórios numa distribuição normal e com média zero.

2.9.2. Análise Multivariada

Conforme *apud* Kurtz (2002), quando se estuda um fenômeno complexo, comumente se lida com múltiplas variáveis para se conhecer as suas relações e interações. Para isso faz-se necessário o uso de ferramentas analíticas capazes de lidar com múltiplos fatores ao mesmo tempo: as análises multivariadas.

Para Batista *apud* Kurtz (2002), quando se trata de estudos de vários parâmetros observados ou medidos sobre um mesmo indivíduo ou unidade amostral, têm-se recorrido aos métodos de análises multivariadas com o intuito de melhor explicar a estrutura da massa de dados, sendo que os métodos mais comumente usados são a análise fatorial, análise de cluster (agrupamentos) e a análise de discriminante.

Da Croce *apud* Kurtz. (2002), descreve com detalhe os métodos de classificação e ordenamento da vegetação, dizendo que tais métodos permitem simplificar a apresentação dos dados, agrupar indivíduos ou atributos em classes, e reduzir sua dimensionalidade.

a) Técnicas de Ordenação

Desta técnica, conforme Matteucci & Colma *apud* Kurtz (2002), obtêm-se seqüências ou gradientes, ao dispor os indivíduos (amostras ou atributos), ao longo de eixos de variação contínua. Reduz-se o número de dimensões, expressando a variação da vegetação em poucos eixos, nos quais recupera-se a máxima quantidade de informações possível.

Para Longhi apud Kurtz (2002), duas são as principais técnicas de ordenação, a Análise dos Componentes Principais e a Análise Fatorial que, são conhecidas por técnicas de Análise da Estrutura de Covariância.

b) Análise Fatorial

Para Morrison apud Kurtz (2002), a Análise Fatorial é uma técnica, onde pode se representar um conjunto grande de variáveis em uma função linear, com um número menor de variáveis não observáveis, chamadas fatores.

Ainda para Longhi apud Kurtz (2002), é descrever, se possível, a covariância dos relacionamentos entre um conjunto grande de variáveis em um conjunto pequeno de variáveis, chamadas fatores. Supõe-se que conjuntos de variáveis possam ser agrupadas por suas correlações, onde todas as variáveis dentro de um grupo particular são altamente correlacionadas entre si, mas com correlações relativamente baixas ou negligenciáveis com as variáveis de um grupo diferente.

Conforme Batista apud Kurtz (2002), para se obter uma estrutura mais simplificada, utiliza-se a rotação dos fatores, sem que isso afete a validade do modelo, o qual fornece uma matriz, onde os grupos de variáveis correlacionadas aparecem com maior nitidez.

c) Técnicas de Classificação

Conforme Matteucci & Colma apud Kurtz (2002), a classificação consiste agrupar as amostras ou as espécies, segundo as suas características, em um sistema multidimensional ou de células. As técnicas podem ser consideradas, conforme Lambert & Williams, Lambert & Dale e Matteucci & Colma apud Kurtz (2002), em dois tipos: Análise Discriminante e Análise de Agrupamento.

- Análise Discriminante:

Segundo Anderson apud Kurtz (2002), se medidas são realizadas em amostras aleatórias pertencentes a diversas categorias ou grupos,

então cada grupo será visualizado com um conjunto de pontos num espaço multidimensional. Esta análise reduz o número de medidas realizadas para um número menor de parâmetros que são funções discriminantes linearmente dependentes das medidas originais. Desta forma, os grupos (conjuntos de pontos) poderão ser visualizados num espaço multidimensional menor que o anterior e, os coeficientes das funções discriminantes indicarão a contribuição relativa das medidas originais. Para cada função discriminante é aproximadamente um teste de significância de separação dos grupos.

3. METODOLOGIA

3.1. Material Utilizado

Para a realização deste trabalho foi feito um levantamento bibliográfico para subsidiar a complementação com trabalhos e estudos que estão sendo feitos em campo que visam chegar ao final com um estudo que traga benefícios à ciência e à área estudada.

Estão sendo utilizados os seguintes materiais para a elaboração da dissertação:

3.1.1. Relação das Cartas Topográficas e Aerofotogramas utilizadas.

- Cartas Topográficas: Santa Maria – Folha: SH. 22-V-C-IV-1 e Camobi – Folha: SH. 22-V-C-IV-2 ambas na escala de 1:50.000.
- Fotografias aéreas de 1992 e 2003
- imagens de satélite TM Lansat 7, bandas 3, 4 e 5, outubro de 1998 (escala aproximada 1:100.000);

3.1.2. Relação de equipamentos e programas utilizados

- Computador Pentium 4 - 2,0GHz
- Programa computacional Spring 4.1 (aquisição de dados)
- Programa computacional CorelDRAW 11 (edição de cartas e mosaicos)
- Programa computacional SPSS 8.0 (estatística);
- Programa computacional Microsoft ExcelXP (tabulação de dados);
- Programa computacional Microsoft WordXP (elaboração da dissertação);
- Scanner Gênium (tamanho A4)
- caneta preta;
- caneta colorida;
- régua 30 cm;

3.2. Métodos

Os métodos utilizados em decorrência da elaboração deste trabalho e embasamento teóricos e científicos são: o uso de imagens de satélite, cartas topográficas e estudo “*in loco*” por meio de saídas a campo, a fim de melhor visualizar e complementar o trabalho realizado em gabinete, seguindo-se desta maneira as seguintes etapas:

- identificação dos parâmetros ambientais que constituem os fatores mais importantes em um zoneamento ambiental;
- utilização da metodologia proposta por Rocha (1999), que propõe 4 grandes áreas: Áreas de Preservação Permanente (APP), Áreas de Conservação Permanente (ACP), Áreas de Recuperação (AR) e Áreas de Uso e Ocupação (AUO);

3.2.1. Descrição das Classes de Zoneamento Ambiental

No presente trabalho propôs-se a divisão do zoneamento ambiental em 04 classes distintas com metodologia adaptada por Kurtz (2000):

Conforme a metodologia de Rocha (1997), o uso de 8 parâmetros, propostos pelo autor, poderão ser desenvolvidos ou não no decorrer do trabalho, podendo ser substituídos ou desconsiderados, conforme a sua necessidade.

Dentre as etapas desenvolvidas foram considerados os seguintes parâmetros: Declividade, Densidade de Drenagem, Coeficiente de Rugosidade (Ruggedness Number – RN), Compartimento Geomorfológico, Formação Geológica, Uso da Terra, Paisagem Nativa e Vegetação.

Após o levantamento dos dados conforme os parâmetros propostos far-se-á o cálculo da reta de deterioração com seu respectivo gráfico, a classificação dos intervalos de classes de zoneamento e a geração e análise da carta de zoneamento ambiental da microbacia do reservatório de abastecimento da cidade de Santa Maria-RS.

A metodologia da presente pesquisa foi utilizada de Rocha (1997) – Zoneamento Ambiental, aplicada na Área de Proteção Ambiental (APA) de Osório e na APA de Santa Rita e Reserva Ecológica do Saco da Pedra em Marechal Deodoro (AL).

3.2.2. Classificação das áreas ambientais

Para a elaboração do “Zoneamento Ambiental da Microbacia Hidrográfica do DNOS Santa Maria (RS)”, foram estabelecidas as classes, conforme a metodologia de Rocha (1997):

ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP)

São áreas reservadas à manutenção dos ecossistemas intactos, onde são proibidas visitas, a exceção de expedições científicas credenciadas pelos órgãos ambientais - na carta, a sua coloração deve ser verde (ou hachúrias bastante espaçadas: / / / / / / / / /).

ÁREA DE CONSERVAÇÃO PERMANENTE (ACP)

São áreas onde pode conviver o Homem x Ecossistema sem grandes impactos ou traumas ambientais. São áreas destinadas ao TURISMO ECOLÓGICO. A convivência Homem x Ecossistema depende do Plano de Controle Ambiental (PCA) aprovado pelo Órgão Ambiental competente - na carta, a sua coloração deve ser cinza (ou hachúrias bem espaçadas: / / / / / / / / /).

ÁREAS DE RESTAURAÇÃO (AR)

São áreas onde a deterioração ambiental ultrapassa 10%.

Estas áreas necessitam de ajuda e apoio dos órgãos públicos e da comunidade vizinha. São áreas deterioradas, sendo que, após restauração, o órgão ambiental poderá transformar o todo ou parte dela em ACP e outra parte ou o todo em AUO - na carta, a sua coloração deve ser amarela (ou hachúrias menos espaçadas: / / / / / / / / /).

ÁREAS DE USO E DE OCUPAÇÃO (AUO)

São áreas destinadas ao homem. São as áreas sociais existentes nos ecossistemas. Para qualquer Empreendimento ali instalado deverá haver licença do Órgão Ambiental. O Órgão Ambiental, seguindo critérios preconizados na Legislação Ambiental vigente, poderá ou não exigir EIA - RIMA, PCA ou Termo de Referência para os Empreendimentos a serem ali instalados - na carta, a sua coloração deve ser vermelha (ou hachúrias densas: ///////////////////////////////////////////////////////////////////).

3.2.3. Etapas do Zoneamento

Esta seleção é possível devido às coordenadas geográficas e UTM.

Geralmente são mais escolhidos hexágonos como unidade ambiental para os trabalhos de análise de laboratório e campo, visando a elaboração da Carta de Zoneamento Ambiental (Escala 1:25.000). Esta escolha reporta-se às sugestões contidas em De Biasi (1970) bem como às contidas em Rocha (1997), que dizem ser esta a melhor opção devido à maior semelhança com as formas arredondadas do terreno. Dizem também ser mais fácil arredondar um canto de um hexágono do que o de um quadrado.

3.2.4. Mapeamento da área de estudo

As cartas topográficas foram usadas como apoio básico para a compilação das curvas de nível, rede de drenagem, coordenadas e toponímia.

Como a região já possuía um mapeamento detalhado, usou-se como apoio temático a Carta da Microbacia Hidrográfica do DNOS Santa Maria (RS), escala 1:50.000, de Dill (2002). A imagem de satélite e aerofotogramas foram utilizados para a atualização das manchas de vegetação

existentes, de áreas construídas, de rede de drenagem, de estradas, caminhos e demais usos da terra.

3.2.5. Seleção da unidade ambiental para os trabalhos de campo e análise de laboratório

O hexágono foi a figura escolhida como unidade ambiental para os trabalhos de análise de laboratório e campo, visando a elaboração da Carta de Zoneamento Ambiental. A escolha do hexágono reporta-se às sugestões contidas em De Biasi (*apud* Rocha, 1997) adaptada por Kurtz (2002), que diz ser esta a melhor opção devido a maior semelhança com as formas arredondadas do terreno.

A área do hexágono sendo: (Figura 02)

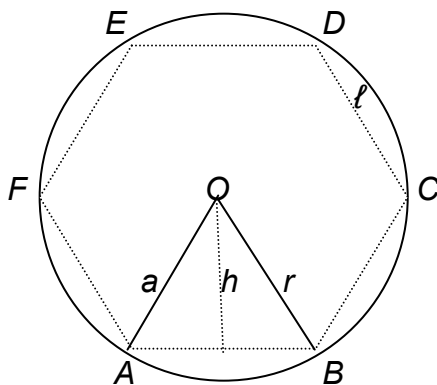


FIGURA 02 – Cálculo da área do hexágono.

Infere-se que:

A unidade hexagonal de lado $l = 1,4$ cm, possui:

$$\text{Área do hexágono} = 3 \times \frac{(1,4 \text{ cm})^2 \sqrt{3}}{2} = 4,116 \text{ cm}^2 \quad (1)$$

Como o lado do hexágono é igual ao raio da circunferência circunscrita, tem-se:

$$\text{Área} = \frac{3r^2\sqrt{3}}{2} \quad (2)$$

Cada unidade hexagonal de 4,116 cm², em escala calculada de aproximadamente 1:59.000, corresponde a uma área média de 59,3 ha, no campo. A média das áreas dos hexágonos no Programa Spring4.1 foi de 59,3 ha, sendo que, os hexágonos inteiros variaram um pouco no seu tamanho. Como os dados foram tabulados em planilha do Microsoft ExcelXP os cálculos foram feitos com a área real de cada hexágono.

Uma rede de hexágonos foi elaborada onde em cada hexágono obteve-se os valores ponderados ambientais de cada parâmetro estudado, possibilitando assim uma análise estatística. Para cobrir toda a área de estudo foram necessários 62 hexágonos.

A rede de hexágonos foi colocada sobre a Carta da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim e sobre as cartas topográficas, tendo como amarração a rede de coordenadas UTM.

Em cada hexágono numerado mediu-se os temas encontrados e através dos dados levantados foram atribuídos e tabulados os valores ponderados ambientais/florestais. Quando não era possível quantificar as áreas das classes de cada parâmetro, em termos de área de abrangência da referida classe em cada hexágono, considerou-se a de maior predominância.

3.2.6. Parâmetros ambientais considerados, sua estratificação e codificação

Este procedimento consistiu em atribuir valores ponderados em função da importância ambiental/florestal para os parâmetros.

Em relação a ponderação dos valores, o valor 1 justifica-se para não dar valores nulos e valor ponderado **mais** alto significa a **maior** contribuição para a deterioração em termos ambientais/florestais, correspondendo a

situação **menos** favorável, sendo o inverso, o valor mais baixo, situação mais favorável, sendo, portanto, um processo quantitativo. Observa-se que a situação mais favorável não corresponde à situação ideal, mas aquela que tem existência real, independentemente do estado de alteração que o meio tenha sido sujeito.

Descrição de cada parâmetro (tema):

1º *Parâmetro*: DECLIVIDADE (DH1)

Este parâmetro foi escolhido devido a sua importância, pois áreas mais planas são áreas mais procuradas para ações antrópicas, como por exemplo, agricultura do arroz na várzea e, com isso, receberá o valor ponderado mais alto e áreas onde a declividade é maior (áreas mais declivosas) estas deverão ser preservadas com florestas como topo de morros, aumentando a infiltração da água da chuva, alimentando o lençol freático. Por esta razão os valores ponderados mais baixos, representam a situação mais favorável analisada neste zoneamento.

O valor de H (declividade) é sempre adimensional e corresponde a $\text{tg}\alpha$ onde, em um triângulo retângulo, um dos catetos é representado por $\sum L\text{ CN} \times \Delta h$ e o outro cateto por A. Infere-se que:

$$\text{tg } \alpha = \frac{\sum L\text{ CN} \times \Delta}{A} = H \quad (\text{adimensional}) \quad (3)$$

$H \times 100 =$ declividade média da Microbacia em %.

A declividade média da Microbacia é dada por:

$$H = \frac{\sum L\text{ CN} \times \Delta}{A} \times 100 \quad (4)$$

Onde:

H = declividade média, em %.
 $\sum L\text{ CN} =$ somatório dos comprimentos de todas as curvas de nível na unidade ambiental considerada (hexágono), em hm ou m.
A = área do hexágono, em ha (ou m²).
 $\Delta h =$ eqüidistância das curvas de nível, em hm (ou m).
 $\Delta h = 20$ m em as 1:50.000 (utilizadas).

A declividade foi caracterizada por compilação das curvas de nível na carta topográfica, bem como através do reconhecimento no campo. Foram definidas 12 classes, onde o maior valor ponderado para o intervalo de maiores deteriorações em termos de ambiência (áreas mais planas). As demais declividades receberam valores ponderados gradativamente menores, em função de sua distribuição espacial, considerando as possibilidades de deterioração ambiental.

Para separar os valores ponderados por classe foram calculados, nos hexágonos, os elementos: amplitude e intervalo.

Amplitude = Maior declividade - Menor declividade

Amplitude = 36% - 0% = 36%

Intervalo = Amplitude/nº de classes

Intervalo = 36,00/12 = 3,00%

Ao menor valor foi adicionado 3,00 e classificou-se como peso 12, e assim sucessivamente até completar as 12 classes, conforme Quadro 01.

QUADRO 01 - Valores ponderados ambientais à codificação da declividade.

| CLASSE - intervalo de domínio - % | VALOR AMBIENTAL |
|--------------------------------------|--------------------|
| 38,62 - 42,12 | 1 |
| 35,10 - 38,61 | 2 |
| 31,60 - 35,10 | 3 |
| 28,60 - 31,59 | 4 |
| 24,58 - 28,08 | 5 |
| 21,07 - 24,57 | 6 |
| 17,56 - 21,06 | 7 |
| 14,05 - 17,55 | 8 |
| 10,54 - 14,04 | 9 |
| 7,03 - 10,53 | 10 |
| 3,52 - 7,02 | 11 |
| 0 - 3,51 | 12 |

2º Parâmetro: DENSIDADE DE DRENAGEM (DD2)

Este parâmetro foi escolhido devido a sua influência direta em relação à erosão e enchentes, que são fatores de alto risco na avaliação da densidade de drenagem e conseqüentemente no desenvolvimento da metodologia do Zoneamento Ambiental, sendo que indicará se há na área rochas resistentes ou não, solos permeáveis ou não, cobertura vegetal densa ou pequena, e ainda, se é um relevo acidentado ou suave.

A densidade de drenagem foi caracterizada pela interpretação nos aerofotogramas, na imagem de satélite e pelo reconhecimento de campo de todas as redes de drenagem que existiam na área em estudo, sendo dividido em 12 classes. Com a sobreposição do gabarito transparente, mediu-se os comprimentos dos afluentes e o rio principal em cada hexágono, definidos para o Zoneamento Ambiental.

A densidade de drenagem é dada por:

$$D = \sum I (R,C,T)/A \quad (5)$$

Onde:

$\sum I (R,C,T)$ = somatório dos comprimentos das ravinas, canais e tributários, no hexágono, em km.

A = área do hexágono, em ha.

D = densidade de drenagem, em km/ha.

Para separar os valores ponderados por classe foram calculados, nos hexágonos, os elementos: amplitude e intervalo.

$$\text{Amplitude} = 0,030 - 0,000 = 0,03 \text{ (vide Anexo B)}$$

$$\text{Intervalo} = 0,03/12 = 0,0025$$

Ao menor intervalo foi adicionado 0,000 e classificou-se como peso 1, e assim sucessivamente até completar as 12 classes, conforme Quadro 02.

QUADRO 02 – Valores ambientais ponderados à codificação densidade de drenagem.

| DENSIDADE DE DRENAGEM (Km/ha) – intervalo de domínio - | VALOR AMBIENTAL |
|-----------------------------------------------------------|--------------------|
| 0,0000 - 0,0025 | 01 |
| 0,0026 - 0,0500 | 02 |
| 0,0051 - 0,0750 | 03 |
| 0,0076 - 0,0100 | 04 |
| 0,0110 - 0,0125 | 05 |
| 0,0126 - 0,0150 | 06 |
| 0,0151 - 0,0175 | 07 |
| 0,0176 - 0,0200 | 08 |
| 0,0201 - 0,0225 | 09 |
| 0,0226 - 0,0250 | 10 |
| 0,0251 - 0,0275 | 11 |
| 0,0276 - 0,0300 | 12 |

À menor densidade, foi atribuído o menor valor ponderado, por ser ela responsável por pouca ou nenhuma erosão e enchentes.

3º Parâmetro: COEFICIENTE DE RUGOSIDADE (RN3)

Este parâmetro foi escolhido porque direciona o potencial de uso da terra com relação às suas características para agricultura, pastagem, pastagem/florestamento e florestamento, correspondendo aos valores ponderados de 10 a 01 respectivamente. Com este parâmetro procura-se reduzir as informações sobre os impactos dos processos erosivos. Quando a prática de uso da terra, encontrada no campo, contraria a destinação recomendada a partir do coeficiente de rugosidade, fica configurado o conflito, sendo que essas áreas produzem maiores danos ambientais e geram menor produtividade.

O coeficiente de rugosidade é dado por:

$$\boxed{RN = D \times H} \quad (6)$$

Onde:

D = densidade de drenagem do hexágono.
H = declividade média no hexágono.

Para se caracterizar o Uso Potencial da Terra, são calculados, os elementos: amplitude e intervalo.

$$\text{Amplitude} = 90,17 - 0 = 90,17$$

$$\text{Intervalo} = 90,17/4 = 22,5425$$

Ao menor valor foi adicionado 21,09 e classificou-se como peso 10, e assim sucessivamente até completar as 4 classes, conforme Quadro 03.

QUADRO 03 - Valores ambientais ponderados à codificação de Classes de RN.

| RN Intervalo de domínio | Classe de RN | VALOR AMBIENTAL |
|----------------------------|-----------------|--------------------|
| 67,628 - 90,172 | D | 01 |
| 45,086 - 67,627 | C | 04 |
| 22,543 - 45,085 | B | 07 |
| 0 - 22,542 | A | 10 |

4º Parâmetro: VEGETAÇÃO (VT4)

Este parâmetro foi escolhido em função da classe como sendo arbórea, arbustiva e pastagem nativa. Como melhor situação considerou-se as áreas com vegetação arbórea com exuberância rica, ou seja, 100% e a pior situação foi considerada quando a exuberância da vegetação pastagem nativa era pobre (< 25%).

A vegetação foi dividida em 15 classes, onde ao maior valor ponderado, corresponde a maior ocupação espacial da vegetação, em exuberância, por hexágono (Quadro 04).

Quadro 04 - Valores Ponderados e Codificação das Vegetações.

| VEGETAÇÃO | VALOR AMBIENTAL |
|-----------------------------------|------------------------|
| ARBÓREA | |
| Nativa/Plantada Exub. (100%) | 01 |
| Nativa/Plantada Exub. (75%) | 02 |
| Nativa/Plantada Exub. (50%) | 03 |
| Nativa/Plantada Exub. (25%) | 04 |
| Nativa/Plantada Exub. (< 25%) | 05 |
| ARBUSTIVA | |
| Nativa/Plantada Exub. (100%) | 06 |
| Nativa/Plantada Exub. (75%) | 07 |
| Nativa/Plantada Exub. (50%) | 08 |
| Nativa/Plantada Exub. (25%) | 09 |
| Nativa/Plantada Exub. (< 25%) | 10 |
| PASTAGEM NATIVA | |
| Herbácea/Graminácea Exub. (100 %) | 11 |
| Herbácea/Graminácea Exub. (75%) | 12 |
| Herbácea/Graminácea Exub. (50%) | 13 |
| Herbácea/Graminácea Exub. (25%) | 14 |
| Herbácea/Graminácea Pobre (< 25%) | 15 |

5º Parâmetro: COMPARTIMENTOS GEOMORFOLÓGICOS (CG5)

Leinz (*apud* Flores, 2002) afirma que a configuração de um rio depende da intervenção de diversos fatores, entre os quais cita a topografia, a constituição das rochas, o clima e o regime pluvial, sendo que estes últimos são fatores determinantes do tipo de intemperismo.

Neste parâmetro delimitou-se os três compartimentos geomorfológicos que compõem a área de estudo, sobre a carta de uso da terra. Em cada hexágono, mediu-se as áreas de interesse geomorfológico.

O parâmetro foi dividido em 3 classes (Quadro 05), onde o maior valor foi direcionado à Depressão Central, por esta apresentar maior perigo de enchente e maior tendência agrícola, sendo a situação menos favorável. Os demais compartimentos foram recebendo, gradativamente, menores valores em função de suas características geomorfológicas.

QUADRO 05 - Valores ponderados em relação à compartimentos geomorfológicos.

| COMPARTIMENTOS GEOMORFOLÓGICOS | VALOR AMBIENTAL |
|---------------------------------------|------------------------|
| Planalto Médio | 01 |
| Rebordo do Planalto | 05 |
| Depressão Central | 10 |

6º Parâmetro: FORMAÇÕES GEOLÓGICAS (FG6)

Este parâmetro foi escolhido devido a sua influência direta em relação a erosão. As formações geológicas da região foram baseadas em Maciel Filho (1990), onde são consideradas as zonas antigas, extenuando áreas com depósitos de rigolitos. A área divide-se em 4 classes, Serra Geral Superior, Serra Geral Inferior, Caturrita e Botucatu.

Os valores ponderados variaram de 01 a 10, onde o maior valor representou a situação menos favorável, ou seja, a Formação Botucatu, que apresenta maior susceptibilidade à erosão (Quadro 06).

QUADRO 06 - Valores ponderados em relação ao grau de erodibilidade.

| FORMAÇÃO GEOLÓGICA | VALOR AMBIENTAL |
|---------------------------|------------------------|
| Serra Geral Superior | 01 |
| Serra Geral Inferior | 04 |
| Caturrita | 07 |
| Botucatu | 10 |

A Formação Botucatu, compõe-se de arenitos basicamente quartzosos, com alguma porção de feldspatos alterados cimentados por sílica ou óxido de ferro com estratificação cruzada de grande porte (antigas dunas de origem eólica). Portanto são terrenos com arenitos pré-basaltos e também com terrenos intertrapeanos com espessura expressiva (Maciel Filho, 1990).

A Formação Caturrita é constituída por camadas ou lentes de siltitos de espessura menor e cor avermelhada e também por espessas camadas de siltitos argilosos, dando a entender que são deposições sedimentares fluviais (Bortoluzzi *apud* Maciel Filho, 1974).

Já os processos erosivos sobre a Formação Serra Geral, na seqüência superior, rochas vulcânicas básicas, caracteriza-se por intrusões hipobissais de diabásio, que apresentam fraturamentos intensos que formam blocos angulares com cerca de 10 – 20 cm de lado ou menos. Na seqüência inferior, ou seja, rochas vulcânicas ácidas, são pouco pronunciados a não ser quando encaixados em alguma direção estrutural. Apresenta significativa fissuração em sentido vertical com cerca de 20 cm espaçadas de uma fratura da outra. O contato entre os derrames pode apresentar material brechoide e/ou delgadas camadas de arenito intertrapp com exceção do intervalo entre o terceiro e quarto derrame onde existe uma espessa camada de Arenito Botucatu. O estabelecimento de Voçorocas, dificilmente tomam configuração nestas rochas vulcânicas pela sua característica em oferecer resistência à erosão.

7º Parâmetro: USO DA TERRA (UT7)

Este parâmetro foi escolhido porque retrata exatamente o uso atual da terra e com esta informação pode-se realizar um planejamento futuro da área eliminando seus possíveis conflitos.

O uso da terra foi caracterizado pela atualização da Carta de Uso da Terra (Mello Filho, 1994), através de cartas topográficas, imagem de satélite, aerofotogramas e reconhecimento de campo na área do Zoneamento Florestal. A região foi dividida em 10 classes (Quadro 07) correspondentes à ocupação total da terra: agricultura, pecuária, construção, florestas, entre outros. À maior ocupação com lavouras, casas, estradas e qualquer tipo de ação antrópica, foi atribuído o maior valor ponderado.

QUADRO 07 - Valores Ponderados e Codificação do Uso da Terra.

| Uso da terra - intervalo de domínio - | VALOR AMBIENTAL |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 0 a 10% | 01 |
| 11 a 20% | 02 |
| 21 a 30% | 03 |
| 31 a 40% | 04 |
| 41 a 50% | 05 |
| 51 a 60% | 06 |
| 61 a 70% | 07 |
| 71 a 80% | 08 |
| 81 a 90% | 09 |
| Ocupação Total da Terra: Agricultura, Pecuária, Construção, etc., (91 a 100%) | 10 |

8º Parâmetro: PAISAGEM NATIVA (PN8)

A paisagem nativa deve ser analisada considerando o percentual de ação antrópica exercida sobre a mesma. Áreas com níveis de ação antrópica altíssimos (90 a 100%), ou seja, já deterioradas, encontram-se em pior situação e áreas com baixos níveis de ação antrópica, menos deterioradas, devem ser preservadas.

A paisagem nativa foi dividida em 10 classes, relacionando a paisagem nativa com a ação antrópica (Quadro 08).

QUADRO 08 - Valores Ponderados e Codificação da Paisagem Nativa.

| PAISAGEM NATIVA | VALOR AMBIENTAL |
|---------------------------------------|------------------------|
| SEM AÇÃO ANTRÓPICA (0 – 9,99%) | 01 |
| 10% - 19,99% | 02 |
| 20% – 29,99% | 03 |
| 30% – 39,99% | 04 |
| 40% – 49,99% | 05 |
| 50% – 59,99% | 06 |
| 60% – 69,99% | 07 |
| 70% – 79,99% | 08 |
| 80% – 89,99% | 09 |
| 90% a 100% | 10 |

3.2.7. Parâmetros e valores ambientais

Os valores ponderados para cada tema foram adaptados de Rocha (1997) - (Quadro 09).

QUADRO 09 – Temas e Valores ponderados levantados.

| CÓDIGOS | PARÂMETRO AMBIENTAL | VALOR AMBIENTAL | |
|---------------|--------------------------------|-----------------|-----------|
| | | Mínimos | Máximos |
| DH1 | Declividade | 1 | 12 |
| DD2 | Densidade de Drenagem | 1 | 12 |
| RN3 | Coeficiente de Rugosidade | 1 | 10 |
| VT4 | Vegetação | 1 | 15 |
| CG5 | Compartimentos Geomorfológicos | 1 | 10 |
| FG6 | Formações Geológicas | 1 | 10 |
| UT7 | Uso da Terra | 1 | 10 |
| PN8 | Paisagem Nativa | 1 | 10 |
| TOTAIS | | 8 | 89 |

3.2.8. Digitalização de áreas e linhas

As medidas lineares e de áreas, necessárias na quantificação e classificação dos parâmetros, foram efetuadas em tela com o uso do programa de computador *Spring 4.1*, que é um sistema de geoprocessamento (SIG), com as funções de gerenciamento dos dados espacializados com atributos temáticos quantitativos e qualitativos. Este programa foi desenvolvido pelo INPE e tem sua distribuição livre e pode ser adquirido por meio de “*download*” na rede mundial de computadores.

Com o uso de Imagem de Satélite para a quantificação da área de usos e áreas nativas, arbóreas, arbustivas e água, utilizou-se o mesmo programa, que permitiu a geração de resultados independentes para cada hexágono, com a geração de relatório numérico para posterior tabulação.

3.2.9. Avaliação analítica das deteriorações ambientais de cada unidade ambiental na forma de hexágonos

3.2.9.1 Determinação da equação de deterioração ambiental

3.2.9.1.1 Parte analítica (modelo matemático de 1º grau)

Com base no somatório dos valores ponderados máximos e mínimos de todos os parâmetros, calculou-se através de regressão linear a “Reta de Deterioração Ambiental”:

$$Y = a \cdot X + b \quad (8)$$

Onde:

Y= deterioração ambiental por hexágono;

X= valores encontrados pela aplicação dos parâmetros considerados;

a, b = coeficientes.

A deterioração ambiental varia de 0% a 100% (valores de Y).

A partir desta equação calcula-se o valor de deterioração ambiental (y) para cada unidade mínima de análise. Com o valor de y calculado, definiram-se as classes ambientais.

3.2.7.1.2 Avaliação gráfica das deteriorações ambientais de cada unidade ambiental na forma de hexágonos

A “Reta de Deterioração Ambiental” pode ser usado para avaliação gráfica da deterioração ecológica de cada hexágono e o seu posterior enquadramento na Classe Ambiental.

3.2.10. Seleção das classes ecológicas para a definição do Zoneamento Ambiental

Com a equação calculou-se o valor de Y em função de cada indicador total (X), valor significativo encontrado, no Quadro 11.

Para a definição das Classes Ambientais, calculou-se a amplitude e o intervalo das classes, dos valores em percentagem de deterioração. Ao valor mínimo de deterioração ambiental encontrado, acrescentou-se uma fração da amplitude e assim encontrou-se o primeiro intervalo correspondente à classe ecológica Área de Proteção Permanente (APP). Repetiu-se este procedimento, adicionando-se mais uma fração da amplitude ao intervalo superior da classe anterior e assim, sucessivamente, para as restantes classes ambientais: Área de Conservação Permanente (ACP), Área de Restauração (AR), e Área de Uso e de Ocupação (AUO).

QUADRO 10 - Valores significativos das Unidades Críticas de Deterioração Ambiental.

| Hexágono | Parâmetros | | | | | | | | Valores significativos | | | Unidade crítica de deterioração (Y) | Classe Ambiental |
|----------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------------------|------|------|-------------------------------------|------------------|
| | DH1 | DD2 | RN3 | VT4 | CG5 | FG6 | UT7 | PN8 | ENC. | MÍN. | MÁX. | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | |
| N | | | | | | | | | | | | | |
| Σ | | | | | | | | | | | | | |

Os valores numéricos das Classes (intervalo de classe) foram usados para posterior mapeamento por hexágono, usando-se os valores encontrados na linha das Unidades Críticas de Deterioração via “softwares” CorelDRAW11.

3.2.11. Zoneamento ambiental

A carta de zoneamento elaborada a partir dos valores do Quadro 10, fez corresponder a cada hexágono a sua classe ambiental.

Para o traçado definitivo da unidade ambiental, o perímetro seguiu a nomenclatura adotada para o hexágono, traçando-se as sinuosidades. As áreas comuns foram coloridas ou hachuradas respeitando-se a convenção básica:

APP - COR VERDE ou ausência de hachúrias;

ACP - COR CINZA ou hachúrias espaçadas;

AR - COR AMARELA ou hachúrias menos espaçadas;

AUO - COR VERMELHA ou hachúrias densas.

3.3. Análises Estatísticas

Na análise estatística dos Parâmetros Ambientais do “Zoneamento Ambiental da Microbacia Hidrográfica do Reservatório do DNOS de Santa Maria-RS” foram utilizadas as seguintes técnicas de estatística: Análise de Regressão (Método *Stepwise/forward*, Correlação de Pearson) e Análise Multivariada (Análise Fatorial, Componentes Principais e Análise Discriminante, sendo estas técnicas realizadas com auxílio do Programa Estatístico SPSS — *Statistical Package for the Social Sciences* (1996).

3.3.1. Análise de Regressão

a) Método *Stepwise/Forward*

A Análise de Regressão foi utilizada para que dentre os 8 parâmetros ambientais considerados no Zoneamento Ambiental houvesse uma seleção do melhor modelo matemático utilizado para descrever a relação entre a variável dependente (classes de zoneamento) e as variáveis independentes (declividade, densidade de drenagem, coeficiente de rugosi-

dade, compartimentos geomorfológicos, formações geológicas, uso da terra, paisagem nativa e vegetação).

Portanto, optou-se pelo procedimento de regressão “*Stepwise*”, o qual consiste em fazer a regressão passo a passo para frente e para trás (combinação do “*forward*” e “*backward*”), verificando a precisão estatística com a inclusão de uma nova variável no modelo e a sua influência na precisão se for retirada do modelo, testando outras possibilidades de variáveis a serem incluídas no processo (Schneider, 1998).

O método “*Stepwise/forward*”, utilizado neste estudo permite que variáveis sejam selecionadas para entrar em análise, tendo como base sua capacidade de discriminação. Escolhido o critério de seleção o processo inicia-se. A variável que apresenta o maior valor para o critério é selecionada. Esta variável é então pareada com as demais variáveis, uma de cada vez, e o critério de seleção é novamente comparado; a variável que em conjunto com a primeira variável selecionada produz o melhor valor para o critério é a segunda variável escolhida para entrar em análise. Estas duas são combinadas com cada uma das variáveis remanescentes e a combinação que apresentar o maior valor para o critério de seleção determinará a terceira variável da equação. Do mesmo modo todas as demais variáveis são testadas através do critério de seleção, até que todas sejam ordenadas pela sua capacidade de discriminação, ou então que algumas sejam eliminadas por não apresentarem um potencial mínimo tolerado de discriminação para entrar em análise, pois a seleção é feita por inclusão. Algumas variáveis podem perder o poder de discriminação. Isto ocorre porque as informações que ele contém sobre as diferenças entre os grupos já foram avaliadas em alguma combinação de outras variáveis incluídas. Outras variáveis podem ser redundantes e devem realmente ser excluídas. Por isso, em cada passo, cada variável é novamente testada, para determinar se ainda pode apresentar alguma contribuição para a discriminação (Batista, 1990).

O Coeficiente de Correlação de Pearson permite medir o grau de associação de duas ou mais variáveis. Tendo associação é possível a regressão. Após resolver a regressão, permite calcular o aumento de precisão que pode ser dado a um modelo quando a este é adicionado outra variável, ou seja, o percentual de ajustamento. O resultado leva em consideração um erro de 1%.

Segundo Garcia (2001), por uma questão de uniformidade na classificação do Coeficiente de Pearson (valor absoluto) foi adotada a seguinte convenção:

- 0,01 a 0,29: correlação muito fraca;
- 0,30 a 0,49: correlação fraca;
- 0,50 a 0,69: correlação moderada;
- 0,70 a 0,89: correlação forte;
- 0,90 a 0,99: correlação muito forte.

3.3.2. Análise Multivariada

Devido ao número elevado de hexágonos para vários parâmetros, utilizou-se a análise estatística multivariada, sendo que foi feita uma classificação e ordenação dos dados dos mais significativos para a elaboração de um Zoneamento Ambiental.

Para a realização dessa técnica estatística, considerou-se os 62 hexágonos obtidos, quando da aplicação da grade hexagonal, sendo considerado um conjunto de hexágonos.

Segundo Longhi (1997) as técnicas de ordenamento e classificação da vegetação permitem simplificar a apresentação dos dados, agrupar indivíduos ou atributos em classes, e reduzir sua dimensionalidade.

Desta forma, os métodos utilizados para o zoneamento ambiental foram ordenação e classificação.

3.3.2.1. Ordenação:

a) Análise Fatorial

Através da Análise Fatorial procurou-se reduzir o número original de variáveis para um número menor de fatores, que são combinações lineares das variáveis originais. A técnica, segundo Omi (*apud* Longhi, 1997), esclarece as relações entre medidas características, modera os efeitos de correlações ou de redundâncias entre variáveis, além de auxiliar na inferência sobre a estrutura de dados e ordenar a importância dos fenômenos não evidentes nos dados brutos.

Buscou-se descrever a covariância dos relacionamentos entre os parâmetros em termos de poucos parâmetros fundamentais, não observáveis, chamados de fatores ambientais, para selecionar os parâmetros determinantes da área analisada.

b. Componentes principais

Segundo Pla (1986), esta técnica permite a estruturação de um conjunto de dados multivariados obtidos de uma população, cuja distribuição de probabilidades não necessita ser conhecida, tratando-se de uma técnica matemática que não requer um modelo estatístico para explicar a estrutura probabilística dos erros.

Considera também que, os objetivos mais importantes de uma análise por Componentes Principais são:

- a) gerar novas variáveis que podem expressar a informação contida no conjunto original de dados;
- b) reduzir a dimensionalidade do problema que está estruturada como pré-requisito a análises futuras;
- c) eliminar do conjunto original de dados, variáveis que não tenham influência referente à variação total.

3.3.2.2. Classificação:

a) Análise discriminante

A Análise Discriminante foi utilizada com o objetivo de testar diferenças estatísticas significantes, em um dado nível de probabilidade, entre os grupos resultantes. Procurou-se determinar funções discriminantes que permitam classificar novos indivíduos nos grupos, construir regras de alocação para identificar os indivíduos como membros de um dos n grupos obtidos e estimar a probabilidade de classificações corretas. A Análise Discriminante, conhecida como *Discriminante Linear de Fisher*, reduz o número de variáveis para um número menor de parâmetros, que são funções discriminantes, linearmente dependentes das variáveis originais. Desta forma, os grupos poderão ser visualizados num espaço multidimensional, menor que o anterior e os coeficientes das funções discriminantes indicarão a contribuição das variáveis originais para cada função discriminante (Longhi, 1997).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Zoneamento Ambiental

Os dados levantados a campo, permitem um cálculo com bastante exatidão e que permite um zoneamento bastante fidedigno.

4.1.1. Quantificação dos Parâmetros

Para levantamento de dados, colocou-se a carta de hexágonos (Figura 03), em forma de malha hexagonal, sobre de divisores de água (Figura 04), rede de drenagem, compartimento geomorfológico (Figura 05), e formações geológicas (Figura 06), cartas de uso da terra (Figura 07) ambas com escala aproximada de 1:50.000

Na malha hexagonal cada hexágono foi numerado, a qual mediu-se com o programa de computador Spring4.1, em programação LEGAL (Ver Anexo A), os temas como vegetação arbustiva, vegetação arbórea, pastagens nativas, agricultura, edificações, rede de drenagem, formação de aspectos geológicos e geomorfológicos, independentemente. No caso de dificuldade para quantificar as classes para cada parâmetro se tomou como referência a predominante. Na seqüência se determinou a tabulação dos dados para ordenação e quantificação, com suas devidas avaliações estatísticas.

Para a elaboração da carta de uso e coberturas naturais efetuou-se, no programa Spring4.1, a classificação automática da imagem de satélite. Como é uma área declivosa em alguns pontos, esta apresenta visualmente áreas sombreadas e tende a trazer dupla interpretação das feições existentes a campo.

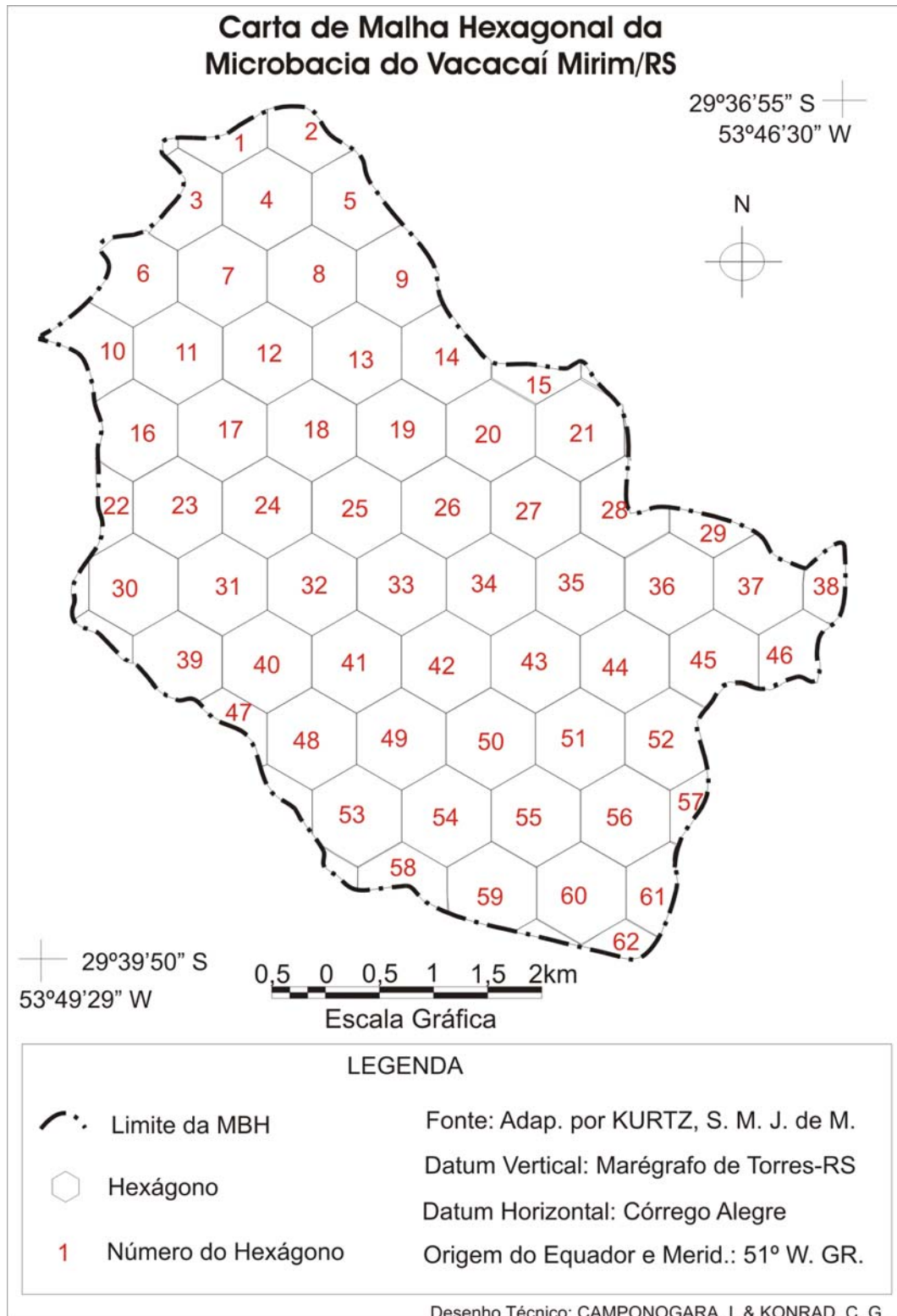


FIGURA 03 – Carta com a distribuição de hexágonos na área de estudo

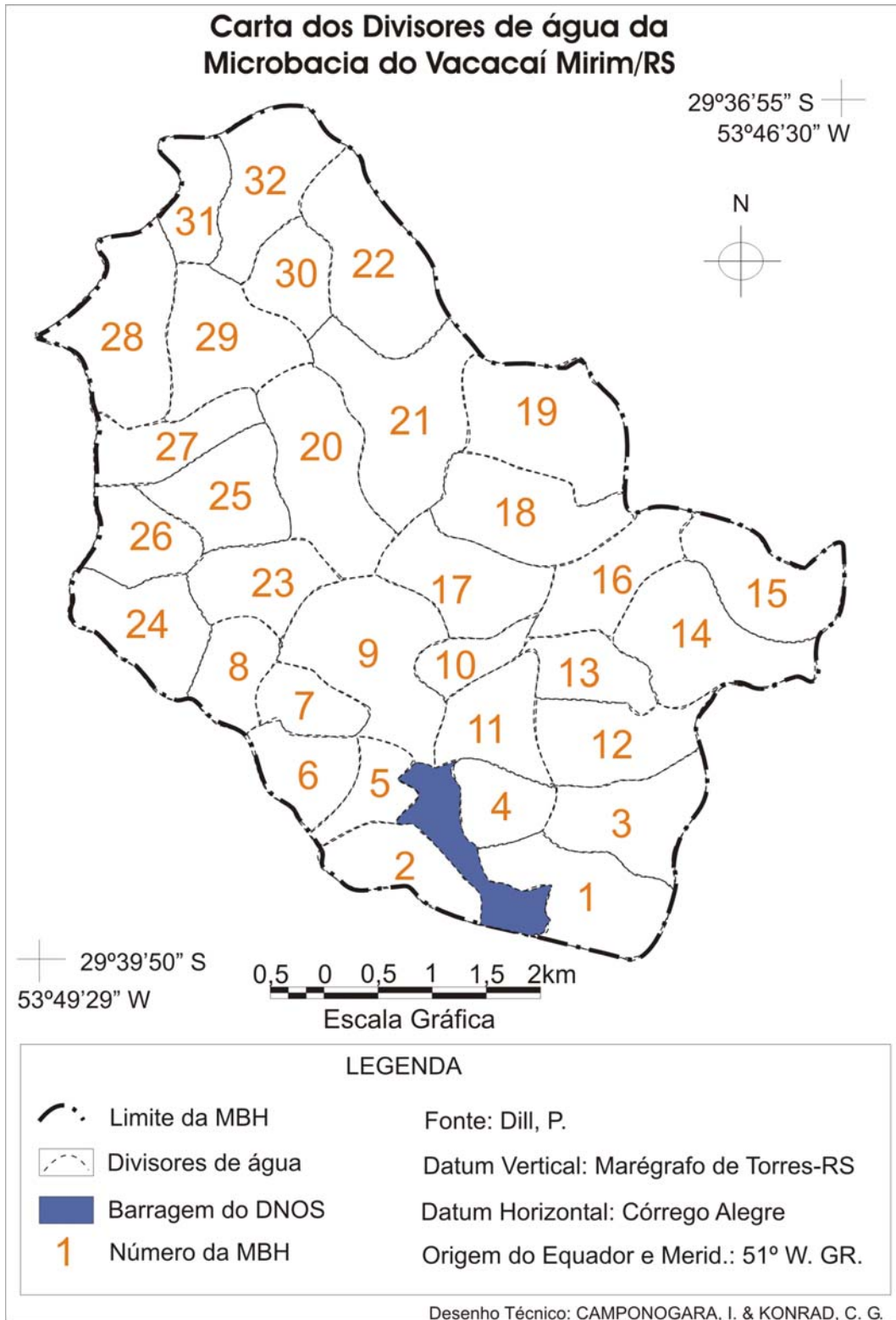


FIGURA 04 – Carta com os divisores d’água da área de estudo em 32 unidades

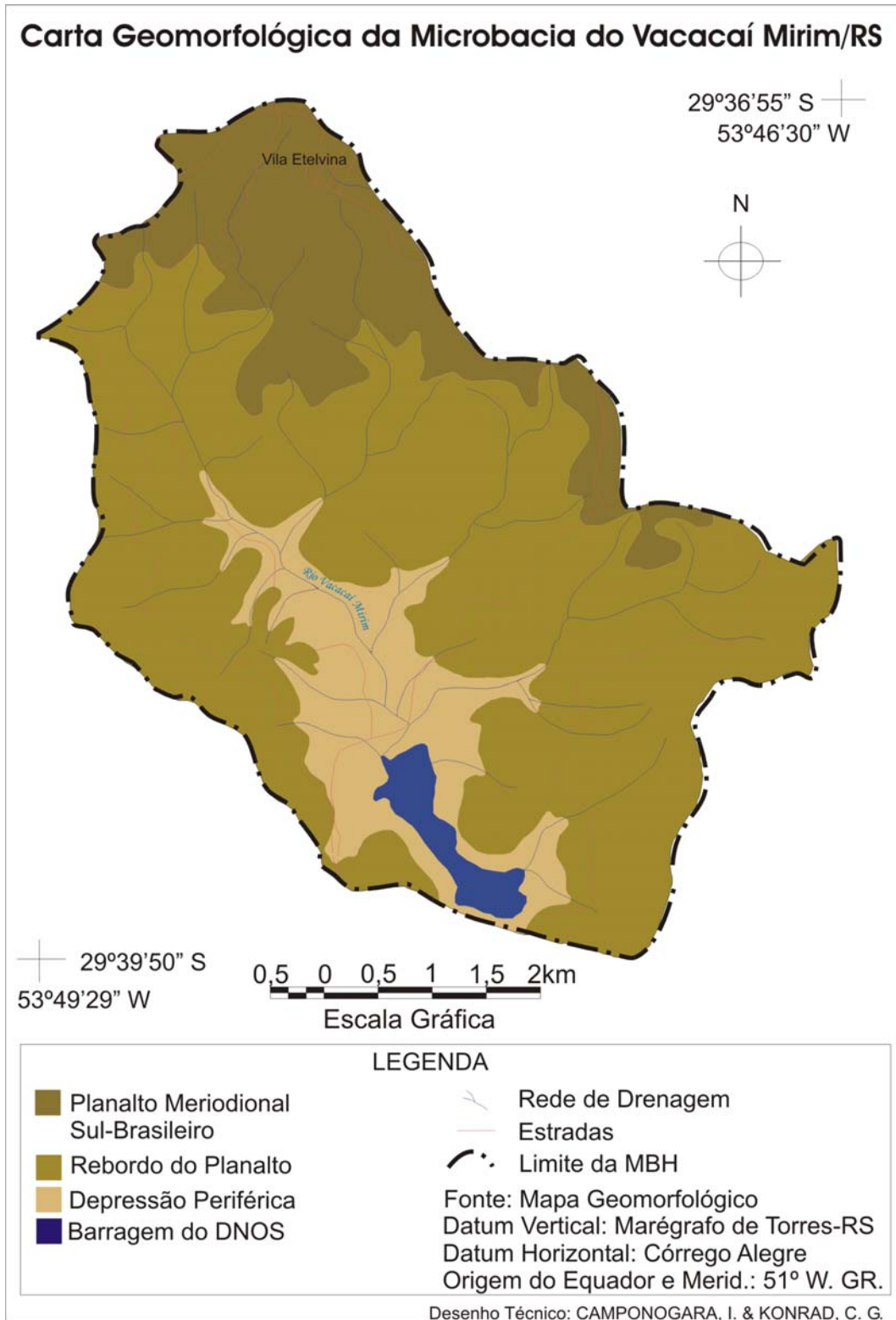


FIGURA 05 – Carta de Compartimentação Geomorfológica da área de estudo

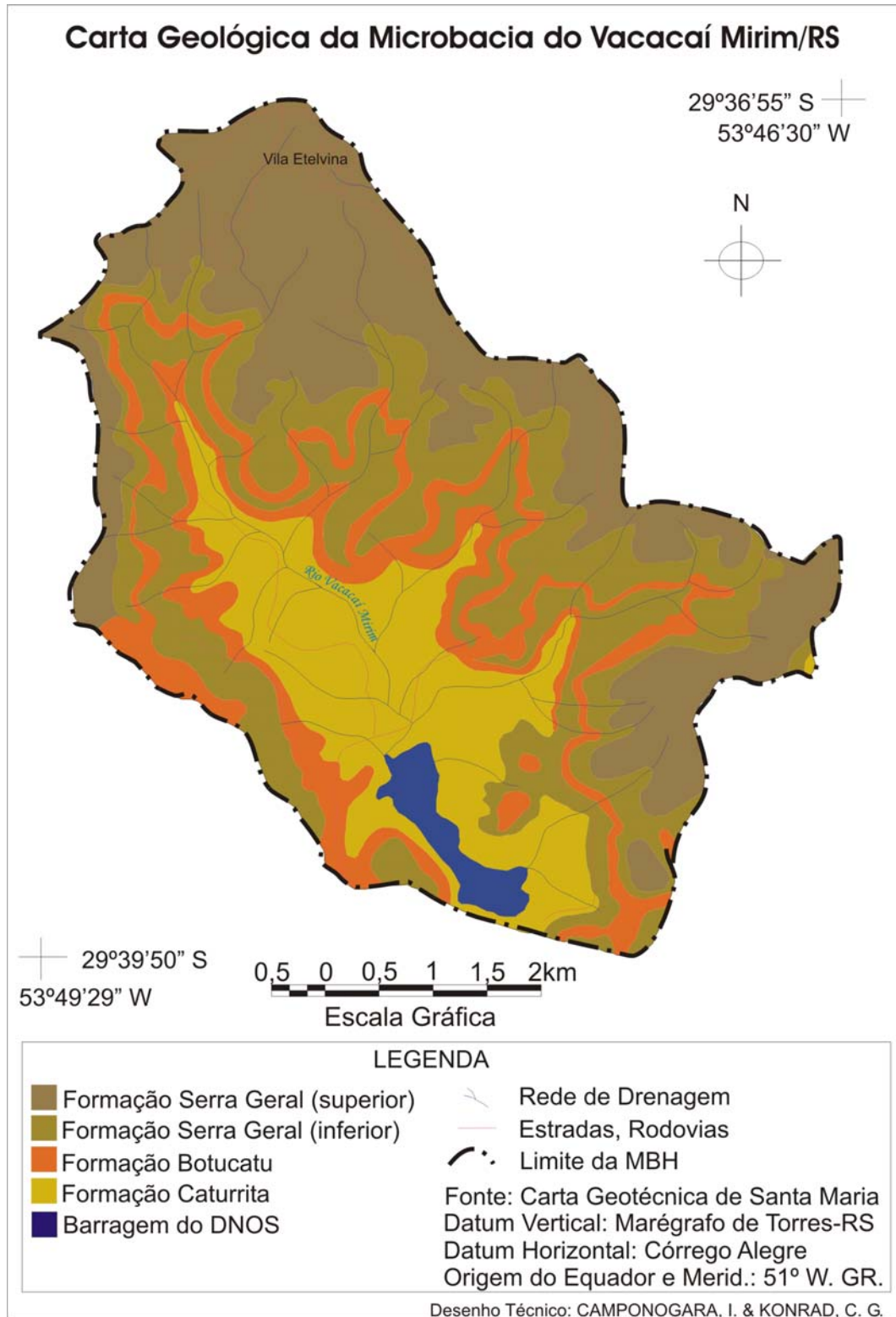


FIGURA 06 – Carta Geológica da área de estudo

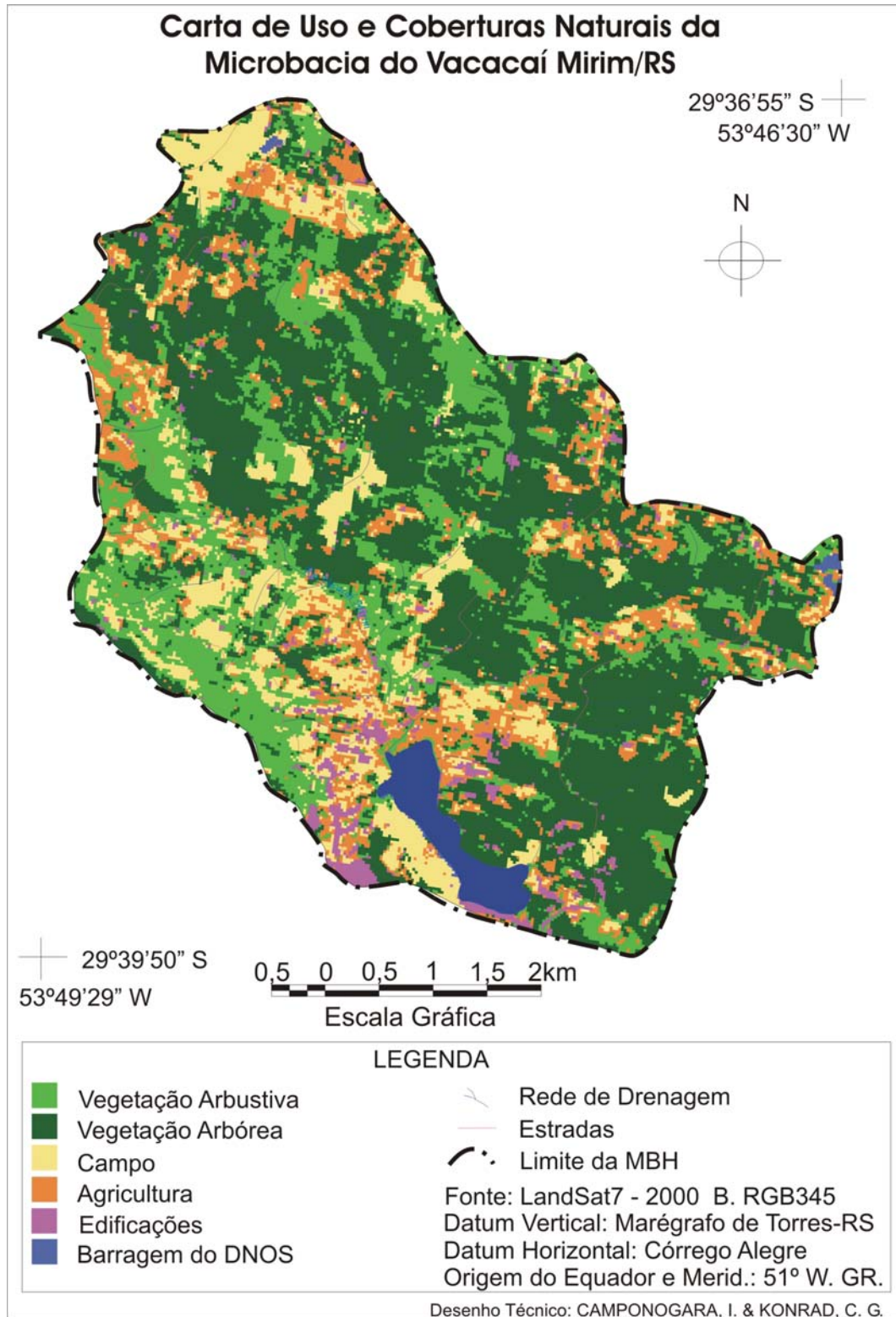


FIGURA 07 – Carta de Uso da Terra da área de estudo

4.1.2. Avaliação das deteriorações ambientais de cada unidade ambiental na forma de hexágonos

4.1.2.1 Determinação da equação de deterioração ambiental

Com base no somatório dos valores ponderados máximos e mínimos de todos os parâmetros, calculou-se através de regressão linear a “Reta de Deterioração Ambiental”:

$$Y = a \cdot X + b$$

Para os valores mínimos ($\Sigma \text{Mín.} = 8$) tem-se:

$$ax + b = 0 \quad \therefore 8a + b = 0$$

Para os valores máximos ($\Sigma \text{Máx.} = 89$), tem se:

$$ax' + b = 100 \quad \therefore 89a + b = 100$$

Este sistema de equação permite o cálculo do coeficiente angular (a) e o intercepto (b), da reta de deterioração ambiental:

$$\left. \begin{array}{l} 8a + b = 0 \\ 89a + b = 100 \end{array} \right\} \quad \begin{array}{l} \text{onde: } a = 1,234567901 \\ b = -9,876543209 \end{array}$$

Conclui-se que:

$$Y = 1,234567901 \cdot X - 9,876543209$$

Encontrou-se um valor $X_{\text{total}} = 2978$, das 62 observações (Anexo C).

Isso equivale uma média $\bar{X} = 48,03$.

A média da Unidade Crítica de Deterioração, então é:

$$\bar{Y} = 1,234567901 (48,03) - 9,876543209 = 49,42\%$$

Para que exista correlação faz-se necessário que a reta corte o eixo X em algum ponto ($b \neq 0$), desta forma a correlação existe quando a reta de regressão em Y não é paralela ao eixo X. Isto significa que se houver alteração em uma das variáveis esta far-se-á nas demais.

A Figura 08 mostra o gráfico da equação da reta de deterioração ambiental para o zoneamento da área em estudo.

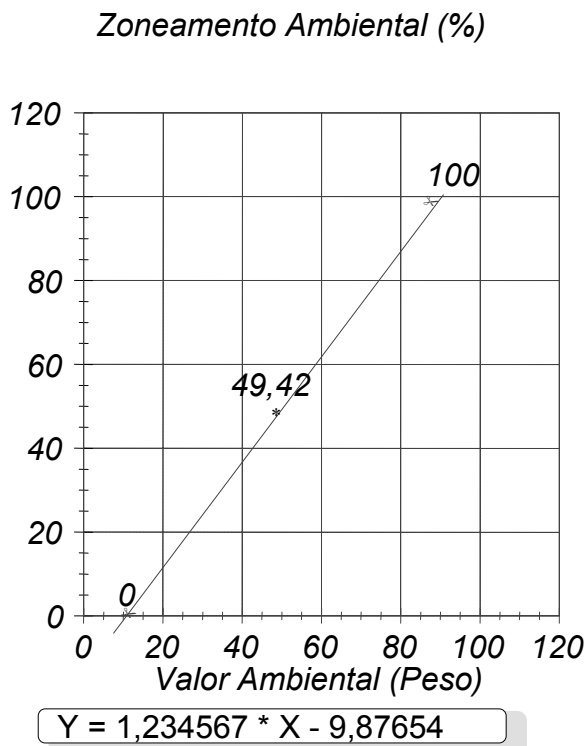


FIGURA 08 – Reta de Deterioração Ambiental.

Neste caso, verificou-se na figura 08 que houve uma correlação positiva, pois X e Y variam no mesmo sentido, pois os valores encontrados crescem na mesma proporção da deterioração ambiental da área em estudo.

4.1.3. Seleção das classes ecológicas para a definição do Zoneamento Ambiental

A partir da equação ($Y = 1,234567901 X - 9,876543209$) calculou-se o valor de cada unidade crítica de deterioração ambiental (Y) para cada hexágono.

Com o valor de Y calculado definiu-se as Classes Ambientais, (Anexo C):

Área de Preservação Permanente (APP)

Área de Conservação Permanente (ACP)

Área de Restauração Ambiental (ARA)

Área de Uso e Ocupação (AUO)

Para a definição destas classes, antes foram encontrados os valores de deterioração em percentuais, assim:

Amplitude = Maior Deterioração – Menor Deterioração

Mínimas Deteriorações (Anexo C): $\Sigma \text{MIN} = 32,10$

Máximas Deteriorações (Anexo C): $\Sigma \text{MÁX} = 76,54$

Amplitude: $A = 76,54 - 32,10 = 44,44$

Após encontrada a amplitude dos valores de deterioração, definiu-se o valor de intervalo das classes consideradas no zoneamento:

Intervalo = Amplitude/nº de classes

Número de Classes Ecológicas: 4 (APP-ACP-AR-AUO)

Intervalo: $I = A/4 = 44,44/4 = 11,11$

Ao valor mínimo de deterioração ambiental encontrado, acrescentou-se uma fração da amplitude e assim encontrou-se o primeiro intervalo correspondente à classe Área de Proteção Permanente (APP). Este procedimento repetiu-se, adicionando-se mais uma fração da amplitude ao intervalo superior da classe anterior e assim sucessivamente para as classes ambientais restantes (Quadro 11).

QUADRO 11 – Definições das classes e pesos ambientais.

| <i>Classe de Zoneamento</i> | <i>Intervalo das classes</i> | | | <i>Pesos</i> |
|-----------------------------|------------------------------|----------------|-------|--------------|
| APP | 32,10 | + 11,11 | 43,21 | 1 |
| ACP | 43,22 | + 11,11 | 54,32 | 2 |
| ARA | 54,33 | + 11,11 | 65,43 | 3 |
| AUO | 65,44 | (valor máximo) | 76,54 | 4 |

Como as Áreas de Preservação Permanente são intocáveis e precisam ser mantidas para as gerações futuras, e também para se evitar a extinção de espécies de flora e fauna silvestre, muitas já prestes a extinção, estas então com a situação favorável recebe o menor valor. As demais receberam gradativamente valores maiores conforme suas características.

No quadro 12, verifica-se que a classe Área de Conservação Permanente (ACP) apresenta a maior área. A Área de Uso e Ocupação representa a menor porcentagem, com ocupações estendidas do centro urbano de Santa Maria. Algumas áreas são ocupadas por pequenas lavouras e pastagens.

QUADRO 12 – Área e cálculo das porcentagens para as classes de Zoneamento Ambiental.

| Classe de Zoneamento Ambiental - CZA | Área (ha) | % |
|--------------------------------------|-----------|--------|
| APP | 731,31 | 23,55 |
| ACP | 1803,61 | 58,08 |
| ARA | 401,68 | 12,93 |
| AUO | 168,58 | 5,42 |
| Total | 3105,18 | 100,00 |

As variáveis do Quadro 13 foram obtidos dos Anexos D, E, F, G e H, respectivamente, utilizando a equação de deterioração ambiental.

Verificou-se que a classe que apresentou maior deterioração ambiental foi a ACP (Área de Conservação Permanente) e a APP (Área de Preservação Permanente) não apresentou dados significativos para avaliação (Quadro 13).

QUADRO 13 – Cálculo das deteriorações ambientais nas Classes de Zoneamento Ambiental.

| Variáveis | $Y = a * X + b \Rightarrow Y = 1,234567901 X - 9,876543209$ | | | |
|-------------------|-------------------------------------------------------------|--------|--------|-------|
| | APP | ACP | ARA | AUO |
| $X_{Médio Total}$ | 39,467 | 48 | 58,429 | 67 |
| $n (obs)$ | 15 | 37 | 7 | 3 |
| $Y_{Médio (\%)}$ | 38,848 | 49,383 | 62,257 | 72,84 |

4.1.4 – Zoneamento Ambiental

A carta do zoneamento ambiental foi elaborada a partir dos valores que estão no Anexo C. As formas hexagonais permitem ao arredondamento das curvas permitindo que estas encaixem as formas da natureza perfeitamente. São quatro as classes:

Área de Preservação Permanente – APP: COR VERDE;

Área de Conservação Permanente – ACP: COR CINZA;

Área de Restauração Ambiental – ARA: COR AMARELA;

Área de Uso e Ocupação – AUO: COR VERMELHA. (ver Figura 09)

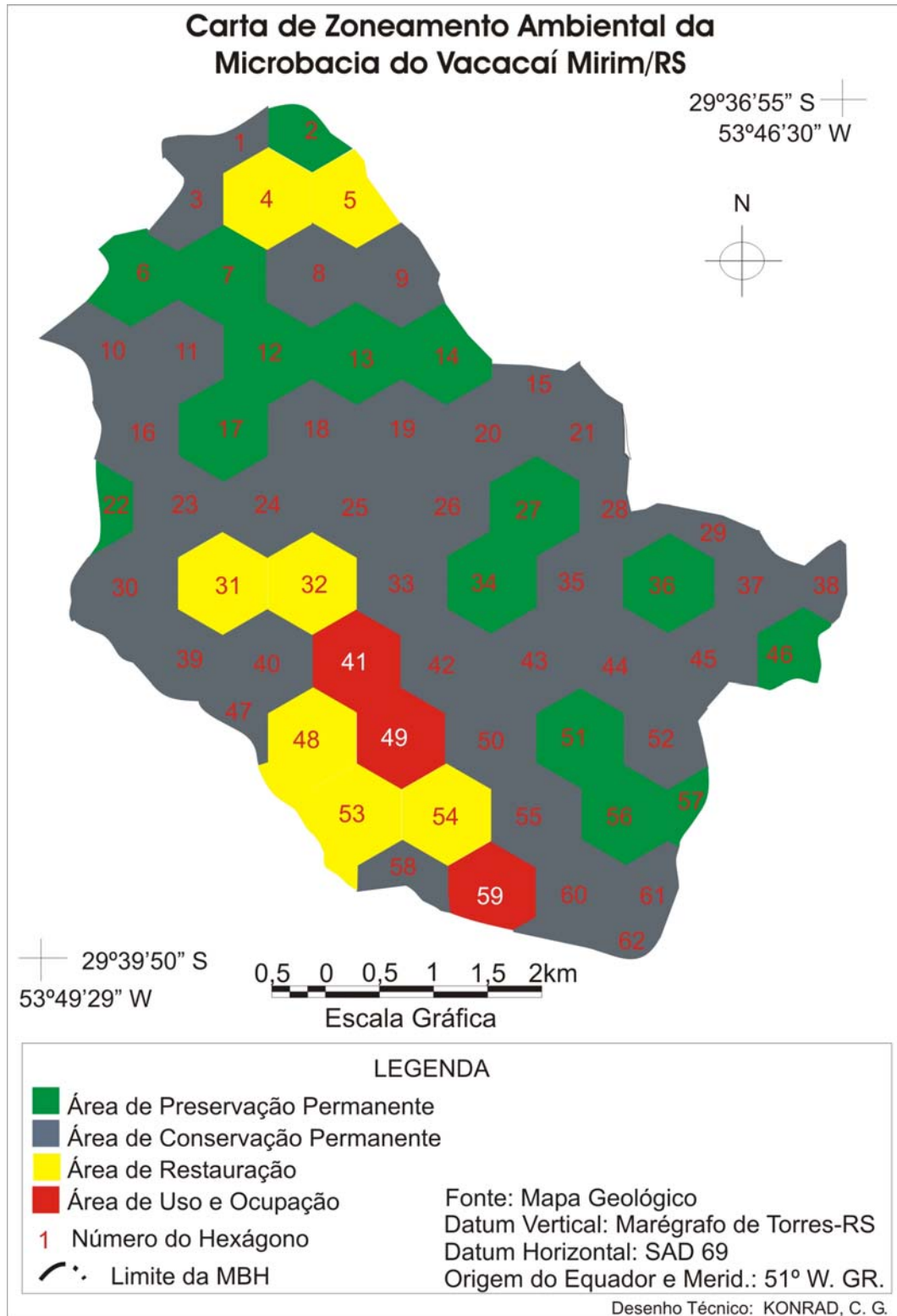


FIGURA 09 – Zoneamento Ambiental da Microbacia do DNOS.

Conforme Figura 09, observou-se as seguintes distribuições das classes:

- Área de Preservação Permanente (APP):

A APP encontra-se em áreas declivosas, e recomenda-se a preservação destas para evitar assoreamento do lago e a erosão das encostas.

- Área de Conservação Permanente (ACP):

A ACP encontra-se em áreas menos declivosas e já permite o trânsito de carros pequenos. Presta-se para o turismo, a educação ambiental, o lazer, a recreação, trilhas ecológicas entre outras.

- Área de Restauração Ambiental (ARA):

A ARA encontra-se em áreas que foram degradadas e precisam de reparos para evitar problemas maiores.

- Área de Uso Ocupação (AUO):

A AUO encontra-se em áreas planas aptas ao uso agrícola e que deve ser feito com um manejo cuidadoso e adequado para essa área, visto que existe um lago de abastecimento local. No entanto, como o lago é artificial, ou seja, com a construção de barragem para conter o volume d'água ali armazenada, há a possibilidade de uso de parte deste lago para fins recreativos, mas com seu devido acompanhamento técnico.

4.2. Análises Estatística aplicada ao Zoneamento Ambiental

4.2.1. Análise de Regressão

Os resultados obtidos através da análise dos pesos atribuídos em cada Parâmetro Ambiental/Hexágono, foram utilizados na Análise de Regressão.

Para tanto utilizou-se o método “*Stepwise/forward*”, o qual consistiu em fazer a regressão passo a passo, tendo como objetivo o uso da equação de regressão, onde foram introduzidos as variáveis independentes uma a uma, em relação a quantidade mínima de parâmetros ambientais necessárias para a elaboração do zoneamento ambiental.

Nesse método foi considerada, como variável dependente, a Classe de Zoneamento Ambiental representada pelo código (CZA) com 04 classes representadas pelos valores ambientais (Quadro 14)

QUADRO 14 – Variável dependente com seu respectivo valor ambiental, considerado na análise estatística.

| Classe de Zoneamento Ambiental (CZA) | Variável dependente | |
|--------------------------------------|---------------------|--------------------------------|
| 1 | APP | Área de Preservação Permanente |
| 2 | ACP | Área de Conservação Permanente |
| 3 | ARA | Área de Restauração Ambiental |
| 4 | AUO | Área de Uso e Ocupação |

Definidas as variáveis independentes (Quadro 14) e dependentes, processou-se a análise de regressão método “*Stepwise/forward*”, utilizando-se o programa de computador de função estatística SPSS, cujos resultados, para o Zoneamento Ambiental, encontram-se no Anexo H.

4.2.1.1. Método “*Stepwise/Forward*”

Com base no Quadro 15 e na matriz de dados brutos do Anexo H, chegou-se aos seguintes resultados:

No modelo 1 foi tomado a variável VT4 tendo um R^2 de 0,343 com variável dependente (CZA) e um F de 31,263;

No modelo 2 foi adicionado a variável DH1 tendo um R^2 de 0,496 com variável dependente (CZA) e um F de 17,967;

No modelo 3 foi adicionado a variável FG6 tendo um R^2 de 0,739 com variável dependente (CZA) e um F de 54,146;

No modelo 4 foi adicionado a variável CG5 tendo um R^2 0,802 com variável dependente (CZA) e um F de 18,149;

No modelo 5 foi adicionado a variável DD2 tendo um R^2 de 0,826 com variável dependente (CZA) e um F de 7,579;

No modelo 6 foi adicionado a variável RN3 tendo um R^2 de 0,862 com variável dependente (CZA) e um F de 14,606; Ver Quadro 15

Os modelos 7 e 8 foram excluídos pelo programa SSPS8.0. Deduz-se então, que estas duas variáveis são insignificantes para a análise de regressão, mas são significantes para o estudo em funções diferentes.

QUADRO 15 – Resumo da Análise de Regressão pelo método “Stepwise/Forward”.

| Modelo | R | R^2 | R^2 Ajustado | Erro Padrão da Estimativa | Estatísticas | | | | |
|--------|------|-------|-------------------|---------------------------------|-------------------|--------|--------------------------|--------------------------|--------|
| | | | | | R^2 Ordenado | F | df1 (Grau de Liberd.) | df2 (Grau de Liberd.) | Sig. F |
| 1 | ,585 | ,343 | ,332 | ,6098 | ,343 | 31,263 | 1 | 60 | ,000 |
| 2 | ,704 | ,496 | ,479 | ,5384 | ,153 | 17,967 | 1 | 59 | ,000 |
| 3 | ,860 | ,739 | ,726 | ,3905 | ,243 | 54,146 | 1 | 58 | ,000 |
| 4 | ,896 | ,802 | ,788 | ,3431 | ,063 | 18,149 | 1 | 57 | ,000 |
| 5 | ,909 | ,826 | ,810 | ,3248 | ,024 | 7,579 | 1 | 56 | ,008 |
| 6 | ,929 | ,862 | ,847 | ,2914 | ,037 | 14,606 | 1 | 55 | ,000 |

a Modelo Provável: (Constante), VT4

b Modelo Provável: (Constante), VT4, DH1

c Modelo Provável: (Constante), VT4, DH1, FG6

d Modelo Provável: (Constante), VT4, DH1, FG6, CG5

e Modelo Provável: (Constante), VT4, DH1, FG6, CG5, DD2

f Modelo Provável: (Constante), VT4, DH1, FG6, CG5, DD2, RN3

Conclui-se, pelo quadro 15, que o modelo 5 é o menor, e deve ser considerado o que melhor define a variável CZA, pois o valor de F aumenta significativamente, embora diminua a partir do modelo 3 até o modelo 2, mas o modelo 1 a recupera a ascendência. O modelo pode ser melhor expressado assim:

$$\mathbf{CZA = - 0,768 + 7,694E-02 * VT4 + 0,158 * DH1 + 0,103 * FG6 + 9,581E-02 * CG5 + 3,382E-02 * DD2}$$

Com base na equação para a Classe de Zoneamento Ambiental, áreas com características similares e com uso de parâmetros que estão contidos dentro desta fórmula pode ser aplicada para qualquer trabalho de Zoneamento Ambiental, onde:

CFZ = Classes de Zoneamento Ambiental;

- 0,768 = Valor do intercepto calculado na análise de regressão;

7,694E-02 * VT4 = Parâmetro Ambiental calculado pela análise de regressão para a Vegetação;

0,158 * DH1 = Parâmetro Ambiental calculado pela análise de regressão para a Declividade;

0,103 * FG6 = Parâmetro Ambiental calculado pela análise de regressão para a Formação Geológica

9,581E-02 * CG5 = Parâmetro Ambiental calculado pela análise de regressão para Compartimentos Geomorfológicos;

3,382E-02 * DD2 = Parâmetro Ambiental calculado pela análise de regressão para a Densidade de Drenagem.

QUADRO 16 – Resumo dos coeficientes obtidos pela Análise de Regressão para o Zoneamento Ambiental

Coeficientes*

| Modelo | Coeficientes Unificados | | Coeficientes Unificados | t | Sig. | 95% de intervalo de confiança para B | | Correlação | | | Estatísticas Correlacionadas | | |
|--------|-------------------------|-------------|-------------------------|------|--------|--------------------------------------|----------------|-------------|---------|-------|------------------------------|-------|-------|
| | B | Erro Padrão | Beta | | | Valor Inferior | Valor Superior | Ordem Zero- | Parcial | Parte | Tolerância | VIF | |
| 1 | (Constant) | ,879 | ,210 | | 4,195 | ,000 | ,460 | 1,298 | | | | | |
| | VT4 | ,114 | ,020 | ,585 | 5,591 | ,000 | ,073 | ,155 | ,585 | ,585 | ,585 | 1,000 | 1,000 |
| 2 | (Constant) | ,339 | ,225 | | 1,509 | ,137 | -,110 | ,789 | | | | | |
| | VT4 | ,106 | ,018 | ,545 | 5,865 | ,000 | ,070 | ,142 | ,585 | ,607 | ,542 | ,989 | 1,011 |
| | DH1 | ,102 | ,024 | ,394 | 4,239 | ,000 | ,054 | ,150 | ,450 | ,483 | ,392 | ,989 | 1,011 |
| 3 | (Constant) | -,274 | ,183 | | -1,497 | ,140 | -,640 | ,092 | | | | | |
| | VT4 | 7,671E-02 | ,014 | ,394 | 5,601 | ,000 | ,049 | ,104 | ,585 | ,592 | ,375 | ,906 | 1,104 |
| | DH1 | ,149 | ,019 | ,577 | 8,035 | ,000 | ,112 | ,186 | ,450 | ,726 | ,539 | ,870 | 1,149 |
| | FG6 | ,157 | ,021 | ,542 | 7,358 | ,000 | ,114 | ,200 | ,459 | ,695 | ,493 | ,828 | 1,208 |
| 4 | (Constant) | -,464 | ,167 | | -2,782 | ,007 | -,798 | -,130 | | | | | |
| | VT4 | 6,604E-02 | ,012 | ,340 | 5,373 | ,000 | ,041 | ,091 | ,585 | ,580 | ,316 | ,868 | 1,151 |
| | DH1 | ,157 | ,016 | ,606 | 9,550 | ,000 | ,124 | ,189 | ,450 | ,784 | ,562 | ,860 | 1,162 |
| | FG6 | ,109 | ,022 | ,377 | 4,994 | ,000 | ,065 | ,153 | ,459 | ,552 | ,294 | ,609 | 1,642 |
| | CG5 | 9,562E-02 | ,022 | ,318 | 4,260 | ,000 | ,051 | ,141 | ,496 | ,491 | ,251 | ,622 | 1,607 |
| 5 | (Constant) | -,768 | ,193 | | -3,985 | ,000 | -1,154 | -,382 | | | | | |
| | VT4 | 7,694E-02 | ,012 | ,396 | 6,259 | ,000 | ,052 | ,102 | ,585 | ,642 | ,349 | ,778 | 1,285 |
| | DH1 | ,158 | ,016 | ,612 | 10,170 | ,000 | ,127 | ,189 | ,450 | ,805 | ,567 | ,859 | 1,164 |
| | FG6 | ,103 | ,021 | ,356 | 4,954 | ,000 | ,061 | ,145 | ,459 | ,552 | ,276 | ,602 | 1,661 |
| | CG5 | 9,581E-02 | ,021 | ,319 | 4,508 | ,000 | ,053 | ,138 | ,496 | ,516 | ,251 | ,622 | 1,607 |
| | DD2 | 3,382E-02 | ,012 | ,164 | 2,753 | ,008 | ,009 | ,058 | -,015 | ,345 | ,154 | ,881 | 1,135 |
| 6 | (Constant) | -1,565 | ,271 | | -5,777 | ,000 | -2,108 | -1,022 | | | | | |
| | VT4 | 7,984E-02 | ,011 | ,411 | 7,224 | ,000 | ,058 | ,102 | ,585 | ,698 | ,361 | ,775 | 1,291 |
| | DH1 | ,106 | ,020 | ,409 | 5,411 | ,000 | ,067 | ,145 | ,450 | ,589 | ,271 | ,437 | 2,287 |
| | FG6 | 9,425E-02 | ,019 | ,325 | 5,004 | ,000 | ,057 | ,132 | ,459 | ,559 | ,250 | ,593 | 1,687 |
| | CG5 | 9,636E-02 | ,019 | ,321 | 5,055 | ,000 | ,058 | ,135 | ,496 | ,563 | ,253 | ,622 | 1,607 |
| | DD2 | ,107 | ,022 | ,515 | 4,845 | ,000 | ,062 | ,151 | -,015 | ,547 | ,242 | ,221 | 4,517 |
| | RN3 | 9,825E-02 | ,026 | ,457 | 3,822 | ,000 | ,047 | ,150 | ,301 | ,458 | ,191 | ,175 | 5,705 |

a Variável Dependente: CZA

4.2.2. Análise Multivariada

Os resultados obtidos, através da análise dos pesos atribuídos a cada Parâmetro Ambiental/Hexágono, foram utilizados na Análise Multivariada: Análise Fatorial/Componentes Principais e Análise Discriminante.

4.2.3.1 Análise Fatorial e Componentes Principais

Para esta análise, utilizou-se a técnica da Análise Fatorial, tendo como objetivo verificar a presença de números reduzidos de fatores, que expliquem o máximo das correlações observadas entre as variáveis estudadas.

Definiu-se as variáveis (parâmetros ambientais - Quadro 17) e em seguida processou-se a análise fatorial usando o método das “Componentes Principais” (Quadro 19) utilizando-se o programa estatístico de computador SSPS8.0 (Statistical Package for Social Sciences), versão 8 for Windows (SSPS, 1997).

QUADRO 17 – Estatística descritiva.

| | Válidos | Excl. | Média | Erro Padrão | Moda | Desv. Padrão | Variância | Mín. | Máx. |
|-----|---------|-------|----------|-------------|------|--------------|-----------|------|------|
| DH1 | 62 | 0 | 6,048387 | 0,366805798 | 4 | 2,888231743 | 8,341883 | 1 | 12 |
| DD2 | 62 | 0 | 6,306452 | 0,457956691 | 1 | 3,605954591 | 13,00291 | 1 | 12 |
| RN3 | 62 | 0 | 6,709677 | 0,440173934 | 10 | 3,46593302 | 12,01269 | 1 | 10 |
| VT4 | 62 | 0 | 9,564516 | 0,487072959 | 8 | 3,835216316 | 14,70888 | 2 | 15 |
| CG5 | 62 | 0 | 4,516129 | 0,315090189 | 5 | 2,481022631 | 6,155473 | 1 | 10 |
| FG6 | 62 | 0 | 3,854839 | 0,326712042 | 4 | 2,572533192 | 6,617927 | 1 | 10 |
| UT7 | 62 | 0 | 4,225806 | 0,354333567 | 1 | 2,790025294 | 7,784241 | 1 | 10 |
| PN8 | 62 | 0 | 6,806452 | 0,37068598 | 10 | 2,918784329 | 8,519302 | 1 | 10 |

Observando-se o quadro 17, conclui-se que todos os parâmetros podem ser considerados aptos para a análise fatorial, exceto a variável dependente CZA (Quadro 14), pois esta é a variável dependente que representa o resultado final do Zoneamento Ambiental, os demais possuem desvio padrão e variância diferentes de zero.

QUADRO 18 – Classes de Zoneamento Ambiental por hexágono, com suas freqüências e estatística descritiva

| | | Freqüência | % | % Válidos | % Cumulativa |
|------------------|-------|------------|-------|-----------|--------------|
| CZA (Válidos) | 1 | 15 | 24,19 | 24,19355 | 24,19355 |
| | 2 | 37 | 59,68 | 59,67742 | 83,87097 |
| | 3 | 7 | 11,29 | 11,29032 | 95,16129 |
| | 4 | 3 | 4,84 | 4,83871 | 100 |
| | Total | 62 | 100 | 100 | |
| Total | | 62 | 100 | | |

| | CZA | Excl. | Erro Padrão | Moda | Desv. Padrão | Variância | Mín. | Máx. |
|-----|-----|-------|-------------|------|--------------|-----------|------|------|
| CZA | 62 | 0 | 1,967742 | 2 | 0,745868 | 0,556319 | 1 | 4 |

Com base no quadro 18, pode-se concluir, para o zoneamento ambiental, as freqüências de hexágonos (Figura 10), pertencem às classes: Área de Preservação Permanente (APP) com 24,19%, Área de Conservação Permanente (ACP) com 59,68%, Área de Restauração Ambiental (ARA) com 11,29% e Área de Uso e Ocupação (AUO) com 4,84%.

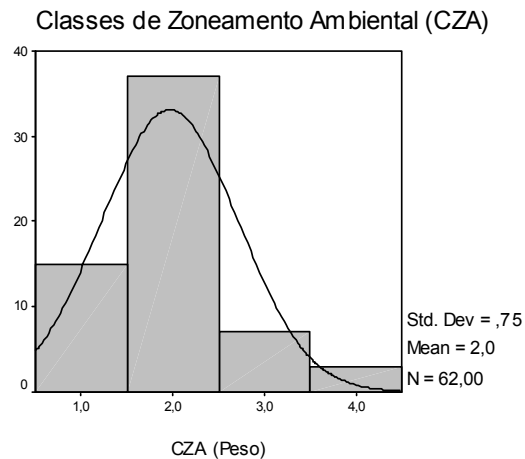


FIGURA 10 – Freqüências no Zoneamento Ambiental.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Observando-se a Carta de Zoneamento Ambiental (Figura 09) pode-se visualizar a localização, na microbacia hidrográfica, das diferentes áreas referentes às 4 classes, nas quais se fundamentou o Zoneamento Ambiental.

Como Áreas de Preservação Permanente - APP (23,55%) encontram-se as zonas com maior declividade ou onde a mata nativa ainda se apresenta intocada. Nestas situações, uma vez que se tratam de ecossistemas frágeis, com uma urgente necessidade de proteção e de acordo com a própria definição de APP, deve ser proibida a entrada do homem com exceção unicamente para casos em que a visita se destine a fins de investigação ou pesquisa científica.

As áreas destinadas á Conservação Permanente - ACP (58,08%) formam zonas onde é possível a convivência do homem com o ecossistema. Neste caso, elas referem-se às áreas na sub-bacia hidrográfica onde o homem já se introduziu, a mata nativa já deu lugar a uma vegetação secundária, mas que ainda não sofreram grandes agressões, encontrando-se quase totalmente despoluídas o que possibilita o seu aproveitamento pelo homem, para atividades como o turismo ecológico. No entanto, estas atividades deverão estar sujeitas a um controle adequado. Assim sendo, e como já foi referido, na definição de ACP (Área de Conservação Permanente), a ação do homem no ecossistema depende do Plano de Controle Ambiental (PCA) aprovado pelo órgão ambiental competente. Caso já existam áreas agrícolas na região classificada como ACP, uma vez aprovado o Zoneamento Ambiental, estas poderão ser mantidas ficando impedida unicamente a sua expansão.

As Áreas de Restauração - ARA (12,93%) dizem respeito às zonas onde a deterioração ambiental já está bastante acentuada (ultrapassa os 10%) e que necessitam, por isso, de uma intervenção urgente no sentido de reverter a situação. Localizam-se, principalmente, na área circundante à barragem, base dos montes que ladeiam a bacia, áreas onde a declividade é relativamente pouco acentuada, e zonas onde terão sido praticadas atividades como a agricultura e o pastoreio que levaram ao crescente empobrecimento e lixiviação dos solos e a um considerável aumento da poluição devido à utilização de produtos químicos com fins agrícolas.

Após a restauração destas áreas o órgão ambiental responsável poderá então optar pela sua conversão em Área de Conservação Permanente (ACP) ou em Área de Uso e Ocupação (AUO).

Como Área de Uso e Ocupação - AUO (5,42%) ficou definida apenas uma zona. Esta é constituída por áreas relativamente planas destinadas a ocupação do homem e onde este poderá desenvolver atividades como a agricultura e o pastoreio de que necessita para a sua sobrevivência. A presença do lago, pode também, viabilizar áreas de lazer, mesmo com acompanhamento técnico. No entanto, para que o impacto na área de estudo seja o menor possível, terá que haver, igualmente, um controle rigoroso destas atividades. Assim, não só deverá ser limitada a utilização de produtos tóxicos na agricultura, como qualquer empreendimento que se desejar instalar no local deverá vir associado a uma licença do órgão ambiental responsável que poderá ou não exigir um Estudo de Impacto Ambiental (EIA), Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), Plano de Controle Ambiental (PCA) ou um Termo de Referência (TR).

Numa perspectiva de aplicabilidade, deve-se levar este trabalho ao público, organizando-se uma referência para estudo de ambiência e

zoneamento de áreas (microbacia), fazendo valer a lei, mobilizando a comunidade, ONG's, o poder público/governo, entidades afins e instituições de ensino, de comunicação, de estudos científicos e de ensino superior para que haja ação não apenas no papel mas sim, no meio em que vivemos.

6. BIBLIOGRAFIA

ANDRADE, L. A. de. ABEAS – Associação brasileira de Educação Agrícola Superior. **Manejo e conservação dos recursos naturais Renováveis**. Universidade Federal da Paraíba – UFPB, 1997.

ARARUNA, L. C. T. **Mapeamento da vegetação arbustiva e arbórea sem um espaço geográfico irregular**. Santa Maria : UFSM, 1980.

AYOADE, J. **Introdução para Climatologia dos Trópicos**. São Paulo : Difel. 1986. 332p.

BATISTA, J. L. M. **Análise multivariada no planejamento de extensão florestal: subsídios para uma política de recuperação de áreas**. Curitiba, 1990. 137f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Universidade Federal do Paraná. 1990.

BERTONI, José, LOMBARDI NETO, Francisco. **Conservação do solo**. 3ª ed. São Paulo : Ícone, 1990. 355p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Divisão de pesquisas Pedológicas. **Levantamento de reconhecimentos dos solos do estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973, p, 431 (Boletim nº 30).

BRUTTI, E. A. **Qualidade de vida em uma sub-bacia hidrográfica do município de santa Maria RS**. 2003.142f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

BÜHL, A. & ZÖFEL, P. **SSPS für Windows: Version 6.1**. Bonn: Addison Wesley, 1995. 623p.

CAMPONOGARA, I. **Análise do uso da terra na microbacia hidrográfica do Arroio da Divisa - RS, desenvolvida através de técnicas de geoprocessamento.** 2003. 104f. Monografia (Especialização em Geociências) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

CASTILLERO. A. C. - **Uso da terra por fotografias aéreas no município de Santa Maria – RS,** monografia, Santa Maria 1984, p,47.

DILL, P. R. J. **Assoreamento do reservatório do Vacacai-Mirim e sua relação com a deterioração da bacia hidrográfica contribuinte.** 2002. 108f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.

Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG). Porto Alegre: **Santa Maria** (MI-2965/1). Porto Alegre, 1980. (Cartas Topográficas: Escala 1:50.000).

GARCIA, S. M. **Florestamentos compensatórios para retenção de água em microbacias.** Santa Maria, 2001. 161f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, 2001.

INPE – Instituto de Pesquisas Espaciais. **Curso de Treinamento: introdução as técnicas de sensoriamento remoto e aplicações.** Relatório INPE. São José dos Campos, 1980.

IBAMA. **Unidades de conservação do Brasil: Parques nacionais e reservas biológicas.** Brasília, 1989. v. 1, 192p.

KRIGER, J. C. Summer birde species diversity in relation to secondary succesion on the New Jersey Piedmont. **Am. Midl. Nat.**, v., n. 1, p. 121-137, 1989.

KURTZ, F. C. **Zoneamento Ambiental em Banhados**. 2000. 138f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Santa Maria, 2000.

KURTZ, S. M. de J. M. **Metodologia para Zoneamento Ambiental Florestal Sub-bacia Hidrográfica do Rio Soturno (RS)**. 2002. 197f. Tese (Doutorado Engenharia Florestal) Universidade Federal de Santa Maria, 2002.

LONGHI, S. J. **Agrupamento e análise fitossociológica de comunidades florestais na Sub-Bacias Hidrográfica do Rio Passo Fundo-RS**. Curitiba, 1997. 350f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 1997.

MACIEL FILHO, C. L. **Carta Geotécnica de Santa Maria**. Imprensa Universitária – UFSM, Santa Maria. (Carta Geotécnica: Escala 1:25.000) 1990.

MARGULIS, S. **Meio Ambiente, aspectos técnicos e Econômicos**. IPEA. Brasília, 1990.

MATOS, A. T. **Uso racional dos recursos naturais os seus reflexos no meio ambiente: Módulo 6 – Poluição ambiental e os seus efeitos**. ABEAS. Brasília. DF. 2001.

MELLO FILHO, J. A. - **Estudo das microbacias hidrográficas, delimitadas por compartimentos geomorfológicos, para o diagnóstico físico - conservacionista**. Dissertação de Mestrado. Santa Maria-RS. Brasil. 1999.

PLA, L. E. **Metodo de componentes principales**. Washington: Secretaria General de la Organización de Estados Americanos, 1986. 89p. (Monografia Científica, 27).

ROCHA, J. S. M. da. **Manual de Projetos Ambientais**. Santa Maria : UFSM, 1997. 423p.

_____. **Manual de Interpretação de Aerofotogramas - Facículos VIII (vegetação) e XIV (declividade)**. Santa Maria : UFSM, 1986.

SCHNEIDER, P. R. **Análise de Regressão Aplicada a Engenharia Florestal**. Santa Maria : UFSM/CEPEF, 1998. 236p.

[http://WWW.Sema.rs.gov.br/recursos hídricos](http://WWW.Sema.rs.gov.br/recursos_hídricos). Acesso em Agosto de 2002.

SSPS – Statistical Package for the Social Sciences. Programa de computador. Chicago, 1997, Versão 8.0.0 for Windows. Janela Ajuda.

ANEXOS

ANEXO A – Modelo temático de cruzamento de dados de dois planos
programado no LEGAL – Programa Spring4.1

```
//Cruzamento entre 2 planos temáticos
{
//Definindo as variáveis e suas categorias
Tematico uso2("uso2"), Malha1("Malha1"), sobreposi62("sobreposi62");

//Recuperando planos
uso2=Recupere (Nome = "uso2");
Malha1=Recupere (Nome = "h62");

//Criando novo plano
sobreposi62=Novo(Nome="sobre62", ResX=500, ResY=500,
Escala=50000);

//Definindo as relações entre classes
sobreposi62 = Atribua (CategoriaFim = "sobreposi62")
{
    "agua": (uso2.Classe == "agua" && Malha1.Classe == "h62"),
    "campo": (uso2.Classe == "campo" && Malha1.Classe == "h62"),
    "agricultura": (uso2.Classe == "agricultura" && Malha1.Classe ==
"h62"),
    "cidade": (uso2.Classe == "cidade" && Malha1.Classe == "h62"),
    "arborea": (uso2.Classe == "arborea" && Malha1.Classe == "h62"),
    "arbustiva": (uso2.Classe == "arbustiva" && Malha1.Classe == "h62")
};
}
```

ANEXO B – Quantificação dos temas e dos parâmetros

| Nº | Estradas | Rede de Drenagem | | Curvas de Nível | | Área (ha) | | |
|------|----------|------------------|-------|-----------------|---------|-----------|------------|------------|
| Hex. | (m) | (m) | (km) | (m) | (hm) | Hex. Int. | Hex. Parte | Hex. Final |
| 01 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 581,530 | 5,815 | | 23,872 | 23,872 |
| 02 | 1737,874 | 267,537 | 0,268 | 0,000 | 0,000 | | 30,652 | 30,652 |
| 03 | 282,528 | 379,775 | 0,380 | 1845,247 | 18,452 | | 37,056 | 37,056 |
| 04 | 864,409 | 840,573 | 0,841 | 1885,144 | 18,851 | 59,032 | | 59,032 |
| 05 | 2058,901 | 880,450 | 0,880 | 1323,549 | 13,235 | | 47,222 | 47,222 |
| 06 | 1177,671 | 968,540 | 0,969 | 6836,425 | 68,364 | | 50,834 | 50,834 |
| 07 | 1296,391 | 1734,956 | 1,735 | 4819,416 | 48,194 | 59,142 | | 59,142 |
| 08 | 0,000 | 599,172 | 0,599 | 3272,881 | 32,729 | 58,893 | | 58,893 |
| 09 | 612,843 | 546,804 | 0,547 | 1775,026 | 17,750 | | 52,463 | 52,463 |
| 10 | 895,559 | 790,575 | 0,791 | 4811,558 | 48,116 | | 41,047 | 41,047 |
| 11 | 0,000 | 1697,639 | 1,698 | 9200,418 | 92,004 | 59,484 | | 59,484 |
| 12 | 0,000 | 908,064 | 0,908 | 7664,750 | 76,648 | 58,965 | | 58,965 |
| 13 | 0,000 | 1598,780 | 1,599 | 5646,988 | 56,470 | 59,336 | | 59,336 |
| 14 | 0,000 | 184,193 | 0,184 | 3513,498 | 35,135 | | 50,487 | 50,487 |
| 15 | 378,842 | 200,985 | 0,201 | 816,839 | 8,168 | | 21,031 | 21,031 |
| 16 | 1582,163 | 678,630 | 0,679 | 8197,373 | 81,974 | | 53,845 | 53,845 |
| 17 | 668,956 | 1435,792 | 1,436 | 9780,654 | 97,807 | 59,027 | | 59,027 |
| 18 | 0,000 | 1001,532 | 1,002 | 7505,937 | 75,059 | 59,104 | | 59,104 |
| 19 | 0,000 | 1711,357 | 1,711 | 8999,509 | 89,995 | 59,177 | | 59,177 |
| 20 | 0,000 | 1253,382 | 1,253 | 6344,025 | 63,440 | 58,959 | | 58,959 |
| 21 | 741,166 | 522,935 | 0,523 | 3561,259 | 35,613 | | 59,138 | 59,138 |
| 22 | 0,000 | 449,633 | 0,450 | 3622,703 | 36,227 | | 21,526 | 21,526 |
| 23 | 1293,384 | 1571,535 | 1,572 | 9134,311 | 91,343 | 59,360 | | 59,360 |
| 24 | 625,124 | 1235,803 | 1,236 | 11443,738 | 114,437 | 58,936 | | 58,936 |
| 25 | 0,000 | 1123,129 | 1,123 | 9300,420 | 93,004 | 59,170 | | 59,170 |
| 26 | 0,000 | 469,919 | 0,470 | 7066,813 | 70,668 | 58,647 | | 58,647 |
| 27 | 252,604 | 1405,222 | 1,405 | 8842,021 | 88,420 | 58,979 | | 58,979 |
| 28 | 912,006 | 574,812 | 0,575 | 2370,257 | 23,703 | | 43,970 | 43,970 |
| 29 | 0,000 | 269,856 | 0,270 | 1675,260 | 16,753 | | 21,400 | 21,400 |
| 30 | 1129,754 | 518,191 | 0,518 | 8045,287 | 80,453 | 58,579 | | 58,579 |
| 31 | 0,000 | 1129,875 | 1,130 | 4710,911 | 47,109 | 59,053 | | 59,053 |
| 32 | 567,100 | 1759,714 | 1,760 | 6203,575 | 62,036 | 59,255 | | 59,255 |
| 33 | 0,000 | 1367,490 | 1,367 | 8945,720 | 89,457 | 58,953 | | 58,953 |
| 34 | 988,545 | 293,081 | 0,293 | 10999,424 | 109,994 | 59,091 | | 59,091 |
| 35 | 272,110 | 1154,330 | 1,154 | 8848,751 | 88,488 | 59,028 | | 59,028 |
| 36 | 0,000 | 1500,709 | 1,501 | 9686,521 | 96,865 | 58,679 | | 58,679 |
| 37 | 970,732 | 635,781 | 0,636 | 5480,213 | 54,802 | | 54,971 | 54,971 |
| 38 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 1236,251 | 12,363 | | 22,232 | 22,232 |
| 39 | 708,552 | 0,000 | 0,000 | 6612,495 | 66,125 | | 51,697 | 51,697 |
| 40 | 1330,909 | 1441,869 | 1,442 | 6666,412 | 66,664 | 59,281 | | 59,281 |

| | | | | | | | | |
|----|----------|----------|-------|-----------|---------|--------|--------|--------|
| 41 | 976,642 | 1770,288 | 1,770 | 3248,417 | 32,484 | 59,170 | | 59,170 |
| 42 | 1019,086 | 1409,916 | 1,410 | 7012,149 | 70,121 | 59,329 | | 59,329 |
| 43 | 0,000 | 1418,636 | 1,419 | 9014,001 | 90,140 | 58,928 | | 58,928 |
| 44 | 906,747 | 388,290 | 0,388 | 9674,236 | 96,742 | 59,172 | | 59,172 |
| 45 | 865,928 | 673,510 | 0,674 | 7308,027 | 73,080 | | 53,053 | 53,053 |
| 46 | 0,000 | 122,671 | 0,123 | 4440,112 | 44,401 | | 31,957 | 31,957 |
| 47 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 2443,154 | 24,432 | | 19,338 | 19,338 |
| 48 | 1273,424 | 721,227 | 0,721 | 6071,315 | 60,713 | 59,119 | | 59,119 |
| 49 | 1155,737 | 1526,622 | 1,527 | 1880,786 | 18,808 | 58,766 | | 58,766 |
| 50 | 0,000 | 658,077 | 0,658 | 6811,091 | 68,111 | 58,478 | | 58,478 |
| 51 | 923,155 | 1502,382 | 1,502 | 10470,532 | 104,705 | 58,787 | | 58,787 |
| 52 | 0,000 | 946,443 | 0,946 | 4442,823 | 44,428 | | 52,574 | 52,574 |
| 53 | 1413,369 | 0,000 | 0,000 | 6124,894 | 61,249 | 58,573 | | 58,573 |
| 54 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 5028,878 | 50,289 | 59,426 | | 59,426 |
| 55 | 284,204 | 860,055 | 0,860 | 9060,077 | 90,601 | 58,837 | | 58,837 |
| 56 | 498,661 | 882,026 | 0,882 | 10127,285 | 101,273 | 59,481 | | 59,481 |
| 57 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 2984,708 | 29,847 | | 14,368 | 14,368 |
| 58 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 5305,058 | 53,051 | | 28,219 | 28,219 |
| 59 | 0,000 | 156,452 | 0,156 | 2463,476 | 24,635 | | 50,639 | 50,639 |
| 60 | 1031,279 | 718,804 | 0,719 | 8468,918 | 84,689 | 60,475 | | 60,475 |
| 61 | 0,000 | 85,099 | 0,085 | 6314,119 | 63,141 | | 29,977 | 29,977 |
| 62 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 2086,244 | 20,862 | | 14,941 | 14,941 |

| Nº | 1º Parâmetro (DH1) | | 2º Parâmetro (DD2) | | 3º Parâmetro (RN3) | | | | |
|----|--------------------|--------|--------------------|--------|--------------------|-------|-------|--------|-----|
| | Hex. | H | DH1 | D | DD2 | RN | x 100 | Classe | RN3 |
| 01 | | 4,872 | 11 | 0,0000 | 1 | 0,000 | 0,00 | A | 10 |
| 02 | | 0,000 | 12 | 0,0087 | 4 | 0,000 | 0,00 | A | 10 |
| 03 | | 9,959 | 10 | 0,0102 | 5 | 0,102 | 10,21 | A | 10 |
| 04 | | 6,383 | 11 | 0,0142 | 6 | 0,091 | 9,08 | A | 10 |
| 05 | | 5,606 | 11 | 0,0186 | 8 | 0,105 | 10,45 | A | 10 |
| 06 | | 26,897 | 5 | 0,0191 | 8 | 0,512 | 51,25 | C | 4 |
| 07 | | 16,318 | 8 | 0,0294 | 12 | 0,479 | 47,93 | C | 4 |
| 08 | | 11,081 | 9 | 0,0101 | 5 | 0,112 | 11,24 | A | 10 |
| 09 | | 6,767 | 11 | 0,0104 | 5 | 0,071 | 7,05 | A | 10 |
| 10 | | 23,444 | 6 | 0,0193 | 8 | 0,452 | 45,15 | C | 4 |
| 11 | | 31,151 | 4 | 0,0287 | 12 | 0,895 | 89,53 | D | 1 |
| 12 | | 25,951 | 5 | 0,0154 | 7 | 0,399 | 39,89 | B | 7 |
| 13 | | 19,120 | 7 | 0,0271 | 11 | 0,517 | 51,75 | C | 4 |
| 14 | | 13,918 | 9 | 0,0036 | 2 | 0,051 | 5,08 | A | 10 |
| 15 | | 7,768 | 10 | 0,0096 | 4 | 0,074 | 7,42 | A | 10 |
| 16 | | 30,448 | 4 | 0,0126 | 6 | 0,384 | 38,38 | B | 7 |
| 17 | | 33,115 | 3 | 0,0243 | 10 | 0,805 | 80,49 | D | 1 |
| 18 | | 25,414 | 5 | 0,0170 | 7 | 0,431 | 43,09 | B | 7 |
| 19 | | 30,471 | 4 | 0,0290 | 12 | 0,883 | 88,28 | D | 1 |
| 20 | | 21,480 | 6 | 0,0212 | 9 | 0,456 | 45,58 | C | 4 |
| 21 | | 12,044 | 9 | 0,0088 | 4 | 0,106 | 10,65 | A | 10 |

| | | | | | | | | |
|----|--------|----|--------|----|-------|-------|---|----|
| 22 | 33,658 | 3 | 0,0209 | 9 | 0,703 | 70,30 | D | 1 |
| 23 | 30,927 | 4 | 0,0266 | 11 | 0,823 | 82,28 | D | 1 |
| 24 | 38,746 | 1 | 0,0209 | 9 | 0,811 | 81,06 | D | 1 |
| 25 | 31,489 | 4 | 0,0190 | 8 | 0,599 | 59,87 | C | 4 |
| 26 | 23,927 | 6 | 0,0080 | 4 | 0,190 | 19,03 | A | 10 |
| 27 | 29,937 | 4 | 0,0238 | 10 | 0,712 | 71,22 | D | 1 |
| 28 | 10,781 | 9 | 0,0131 | 6 | 0,141 | 14,09 | A | 10 |
| 29 | 15,657 | 8 | 0,0126 | 6 | 0,197 | 19,74 | A | 10 |
| 30 | 27,240 | 5 | 0,0088 | 4 | 0,239 | 23,90 | B | 7 |
| 31 | 15,950 | 8 | 0,0191 | 8 | 0,305 | 30,51 | B | 7 |
| 32 | 21,004 | 7 | 0,0298 | 12 | 0,626 | 62,57 | C | 4 |
| 33 | 30,289 | 4 | 0,0232 | 10 | 0,701 | 70,12 | D | 1 |
| 34 | 37,242 | 2 | 0,0050 | 2 | 0,185 | 18,48 | A | 10 |
| 35 | 29,960 | 4 | 0,0195 | 8 | 0,585 | 58,55 | C | 4 |
| 36 | 32,797 | 3 | 0,0254 | 11 | 0,833 | 83,32 | D | 1 |
| 37 | 19,939 | 7 | 0,0116 | 5 | 0,231 | 23,06 | B | 7 |
| 38 | 11,121 | 9 | 0,0000 | 1 | 0,000 | 0,00 | A | 10 |
| 39 | 25,582 | 5 | 0,0000 | 1 | 0,000 | 0,00 | A | 10 |
| 40 | 22,571 | 6 | 0,0244 | 10 | 0,551 | 55,10 | C | 4 |
| 41 | 10,999 | 9 | 0,0300 | 12 | 0,330 | 32,96 | B | 7 |
| 42 | 23,742 | 6 | 0,0239 | 10 | 0,567 | 56,67 | C | 4 |
| 43 | 30,520 | 4 | 0,0240 | 10 | 0,733 | 73,30 | D | 1 |
| 44 | 32,755 | 3 | 0,0066 | 3 | 0,215 | 21,53 | A | 10 |
| 45 | 27,550 | 5 | 0,0127 | 6 | 0,350 | 34,98 | B | 7 |
| 46 | 27,788 | 5 | 0,0038 | 2 | 0,107 | 10,67 | A | 10 |
| 47 | 25,268 | 5 | 0,0000 | 1 | 0,000 | 0,00 | A | 10 |
| 48 | 20,556 | 7 | 0,0122 | 5 | 0,251 | 25,10 | B | 7 |
| 49 | 6,368 | 11 | 0,0258 | 11 | 0,165 | 16,46 | A | 10 |
| 50 | 23,061 | 6 | 0,0111 | 5 | 0,257 | 25,69 | B | 7 |
| 51 | 35,451 | 2 | 0,0254 | 11 | 0,902 | 90,17 | D | 1 |
| 52 | 16,901 | 8 | 0,0180 | 8 | 0,304 | 30,43 | B | 7 |
| 53 | 20,738 | 7 | 0,0000 | 1 | 0,000 | 0,00 | A | 10 |
| 54 | 17,027 | 8 | 0,0000 | 1 | 0,000 | 0,00 | A | 10 |
| 55 | 30,676 | 4 | 0,0146 | 6 | 0,447 | 44,66 | B | 7 |
| 56 | 34,289 | 3 | 0,0149 | 6 | 0,512 | 51,20 | C | 4 |
| 57 | 41,546 | 1 | 0,0000 | 1 | 0,000 | 0,00 | A | 10 |
| 58 | 37,599 | 2 | 0,0000 | 1 | 0,000 | 0,00 | A | 10 |
| 59 | 9,730 | 10 | 0,0031 | 2 | 0,030 | 3,01 | A | 10 |
| 60 | 28,674 | 4 | 0,0122 | 5 | 0,349 | 34,89 | B | 7 |
| 61 | 42,126 | 1 | 0,0028 | 2 | 0,120 | 11,96 | A | 10 |
| 62 | 27,926 | 5 | 0,0000 | 1 | 0,000 | 0,00 | A | 10 |

| Nº | 4º Parâmetro (VT4) | | | | |
|------|--------------------|-------------|------------|-----------|-----|
| Hex. | % Arbórea | % Arbustiva | % Pastagem | Vegetação | VT4 |
| 01 | 12,500 | 12,500 | 75,000 | 100,000 | 12 |
| 02 | 57,143 | 28,571 | 14,286 | 100,000 | 3 |
| 03 | 0,000 | 12,500 | 50,000 | 62,500 | 13 |
| 04 | 0,000 | 18,750 | 25,000 | 43,750 | 14 |

| | | | | | |
|----|--------|---------|--------|---------|----|
| 05 | 9,091 | 9,091 | 36,364 | 54,545 | 14 |
| 06 | 66,667 | 16,667 | 0,000 | 83,333 | 3 |
| 07 | 52,941 | 23,529 | 0,000 | 76,471 | 3 |
| 08 | 14,286 | 42,857 | 0,000 | 57,143 | 9 |
| 09 | 0,000 | 58,333 | 16,667 | 75,000 | 8 |
| 10 | 30,000 | 50,000 | 0,000 | 80,000 | 8 |
| 11 | 6,557 | 80,328 | 6,557 | 93,443 | 7 |
| 12 | 71,429 | 28,571 | 0,000 | 100,000 | 2 |
| 13 | 71,438 | 28,563 | 0,000 | 100,000 | 2 |
| 14 | 0,000 | 41,667 | 0,000 | 41,667 | 8 |
| 15 | 25,000 | 50,000 | 0,000 | 75,000 | 8 |
| 16 | 0,000 | 16,667 | 25,000 | 41,667 | 14 |
| 17 | 61,111 | 38,889 | 0,000 | 100,000 | 3 |
| 18 | 0,000 | 60,000 | 20,000 | 80,000 | 8 |
| 19 | 6,957 | 93,043 | 0,000 | 100,000 | 7 |
| 20 | 0,000 | 46,667 | 0,000 | 46,667 | 9 |
| 21 | 0,000 | 64,286 | 21,429 | 85,714 | 8 |
| 22 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 15 |
| 23 | 0,000 | 20,000 | 30,000 | 50,000 | 14 |
| 24 | 0,000 | 30,000 | 30,000 | 60,000 | 14 |
| 25 | 0,000 | 20,000 | 40,000 | 60,000 | 14 |
| 26 | 0,000 | 50,000 | 12,500 | 62,500 | 8 |
| 27 | 0,000 | 62,500 | 12,500 | 75,000 | 8 |
| 28 | 0,000 | 71,429 | 0,000 | 71,429 | 8 |
| 29 | 0,000 | 33,333 | 0,000 | 33,333 | 9 |
| 30 | 16,667 | 16,667 | 0,000 | 33,333 | 10 |
| 31 | 0,000 | 28,571 | 42,857 | 71,429 | 14 |
| 32 | 0,000 | 28,571 | 57,143 | 85,714 | 12 |
| 33 | 0,000 | 33,333 | 33,333 | 66,667 | 14 |
| 34 | 16,667 | 50,000 | 0,000 | 66,667 | 8 |
| 35 | 0,000 | 60,000 | 20,000 | 80,000 | 8 |
| 36 | 75,000 | 0,000 | 0,000 | 75,000 | 2 |
| 37 | 25,000 | 25,000 | 0,000 | 50,000 | 9 |
| 38 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 15 |
| 39 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 15 |
| 40 | 0,000 | 50,000 | 0,000 | 50,000 | 8 |
| 41 | 0,000 | 33,333 | 0,000 | 33,333 | 9 |
| 42 | 0,000 | 66,667 | 33,333 | 100,000 | 8 |
| 43 | 0,000 | 25,000 | 0,000 | 25,000 | 9 |
| 44 | 0,000 | 66,667 | 0,000 | 66,667 | 8 |
| 45 | 0,000 | 66,667 | 0,000 | 66,667 | 8 |
| 46 | 0,000 | 100,000 | 0,000 | 100,000 | 6 |
| 47 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 15 |
| 48 | 0,000 | 25,000 | 0,000 | 25,000 | 9 |
| 49 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 15 |
| 50 | 0,000 | 50,000 | 0,000 | 50,000 | 8 |
| 51 | 0,000 | 100,000 | 0,000 | 100,000 | 6 |
| 52 | 0,000 | 66,667 | 33,333 | 100,000 | 8 |

| | | | | | |
|----|-------|---------|---------|---------|----|
| 53 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 15 |
| 54 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 15 |
| 55 | 0,000 | 100,000 | 0,000 | 100,000 | 6 |
| 56 | 0,000 | 100,000 | 0,000 | 100,000 | 6 |
| 57 | 0,000 | 0,000 | 100,000 | 100,000 | 11 |
| 58 | 0,000 | 0,000 | 100,000 | 100,000 | 11 |
| 59 | 0,000 | 0,000 | 33,333 | 33,333 | 14 |
| 60 | 0,000 | 50,000 | 0,000 | 50,000 | 13 |
| 61 | 0,000 | 100,000 | 0,000 | 100,000 | 11 |
| 62 | 0,000 | 30,000 | 15,000 | 45,000 | 14 |

| Nº | 5º Parâmetro (CG5) | | | | |
|------|--------------------|-------|-------|------|-----|
| Hex. | DC | RP | PM | Geom | CG5 |
| 01 | 0,00 | 0,00 | 23,86 | PM | 1 |
| 02 | 0,00 | 0,00 | 30,65 | PM | 1 |
| 03 | 0,00 | 0,00 | 37,04 | PM | 1 |
| 04 | 0,00 | 0,00 | 59,03 | PM | 1 |
| 05 | 0,00 | 0,00 | 46,78 | PM | 1 |
| 06 | 0,00 | 26,79 | 24,00 | RP | 5 |
| 07 | 0,00 | 20,03 | 39,11 | PM | 1 |
| 08 | 0,00 | 0,00 | 58,89 | PM | 1 |
| 09 | 0,00 | 0,00 | 52,46 | PM | 1 |
| 10 | 0,00 | 41,05 | 0,00 | RP | 5 |
| 11 | 0,00 | 59,49 | 0,00 | RP | 5 |
| 12 | 0,00 | 23,63 | 35,33 | PM | 1 |
| 13 | 0,00 | 19,11 | 40,23 | PM | 1 |
| 14 | 0,00 | 16,62 | 33,85 | PM | 1 |
| 15 | 0,00 | 4,19 | 16,84 | PM | 1 |
| 16 | 0,00 | 53,84 | 0,00 | RP | 5 |
| 17 | 0,00 | 55,12 | 3,89 | RP | 5 |
| 18 | 0,00 | 53,40 | 5,71 | RP | 5 |
| 19 | 0,00 | 59,18 | 0,00 | RP | 5 |
| 20 | 0,00 | 58,17 | 0,00 | RP | 5 |
| 21 | 0,00 | 29,39 | 29,74 | PM | 1 |
| 22 | 0,00 | 21,53 | 0,00 | RP | 5 |
| 23 | 4,32 | 55,03 | 0,00 | RP | 5 |
| 24 | 20,78 | 38,16 | 0,00 | RP | 5 |
| 25 | 1,97 | 57,20 | 0,00 | RP | 5 |
| 26 | 0,00 | 58,65 | 0,00 | RP | 5 |
| 27 | 0,00 | 58,01 | 0,00 | RP | 5 |
| 28 | 0,00 | 14,73 | 29,24 | PM | 1 |
| 29 | 0,00 | 14,79 | 6,58 | RP | 5 |
| 30 | 0,00 | 58,58 | 0,00 | RP | 5 |
| 31 | 8,30 | 50,76 | 0,00 | RP | 5 |
| 32 | 41,74 | 17,51 | 0,00 | RP | 5 |
| 33 | 27,11 | 31,84 | 0,00 | PM | 1 |
| 34 | 0,00 | 58,46 | 0,00 | RP | 5 |
| 35 | 0,00 | 59,03 | 0,00 | RP | 5 |

| | | | | | |
|----|-------|-------|-------|----|----|
| 36 | 0,00 | 46,11 | 12,57 | RP | 5 |
| 37 | 0,00 | 54,97 | 0,00 | RP | 5 |
| 38 | 0,00 | 22,17 | 0,00 | RP | 5 |
| 39 | 0,00 | 51,69 | 0,00 | RP | 5 |
| 40 | 8,56 | 50,72 | 0,00 | RP | 5 |
| 41 | 57,13 | 2,05 | 0,00 | DC | 10 |
| 42 | 28,58 | 30,75 | 0,00 | RP | 5 |
| 43 | 9,70 | 49,22 | 0,00 | RP | 5 |
| 44 | 0,00 | 59,18 | 0,00 | RP | 5 |
| 45 | 0,00 | 53,05 | 0,00 | RP | 5 |
| 46 | 0,00 | 31,95 | 0,00 | RP | 5 |
| 47 | 0,00 | 19,33 | 0,00 | RP | 5 |
| 48 | 32,60 | 26,52 | 0,00 | DC | 10 |
| 49 | 58,77 | 0,00 | 0,00 | DC | 10 |
| 50 | 24,69 | 33,79 | 0,00 | RP | 5 |
| 51 | 0,00 | 58,62 | 0,00 | RP | 5 |
| 52 | 0,00 | 52,56 | 0,00 | RP | 5 |
| 53 | 40,06 | 18,52 | 0,00 | DC | 10 |
| 54 | 44,96 | 14,47 | 0,00 | DC | 10 |
| 55 | 13,38 | 45,46 | 0,00 | RP | 5 |
| 56 | 0,00 | 59,48 | 0,00 | RP | 5 |
| 57 | 0,00 | 14,37 | 0,00 | RP | 5 |
| 58 | 5,69 | 22,53 | 0,00 | RP | 5 |
| 59 | 48,43 | 2,21 | 0,00 | DC | 10 |
| 60 | 13,74 | 46,73 | 0,00 | RP | 5 |
| 61 | 0,00 | 29,98 | 0,00 | RP | 5 |
| 62 | 0,00 | 14,94 | 0,00 | RP | 5 |

| N° | 6° Parâmetro (FG6) | | | | | | |
|----|--------------------|---------------|---------------|-----------|----------|----------|-----|
| | Hex. | S. Geral Sup. | S. Geral Inf. | Caturrita | Botucatu | Geologia | FG6 |
| 01 | 30,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | SGS | 1 |
| 02 | 26,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | SGS | 1 |
| 03 | 30,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | SGS | 1 |
| 04 | 62,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | SGS | 1 |
| 05 | 42,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | SGS | 1 |
| 06 | 28,00 | 16,00 | 0,00 | 4,00 | 0,00 | SGS | 1 |
| 07 | 58,00 | 8,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | SGS | 1 |
| 08 | 54,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | SGS | 1 |
| 09 | 46,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | SGS | 1 |
| 10 | 20,00 | 12,00 | 0,00 | 8,00 | 0,00 | SGS | 1 |
| 11 | 0,00 | 54,01 | 0,00 | 8,00 | 0,00 | SIG | 4 |
| 12 | 42,00 | 12,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | SGS | 1 |
| 13 | 41,00 | 12,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | SGS | 1 |
| 14 | 38,50 | 8,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | SGS | 1 |
| 15 | 12,00 | 4,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | SGS | 1 |
| 16 | 20,00 | 20,00 | 0,00 | 8,00 | 0,00 | SGS | 1 |
| 17 | 8,00 | 28,00 | 8,00 | 28,00 | 0,00 | SIG | 4 |
| 18 | 4,00 | 44,00 | 0,00 | 12,00 | 0,00 | SIG | 4 |

| | | | | | | |
|----|-------|-------|-------|-------|-----|----|
| 19 | 8,00 | 44,01 | 0,00 | 8,00 | SGI | 4 |
| 20 | 20,00 | 32,00 | 0,00 | 8,00 | SGI | 4 |
| 21 | 49,50 | 12,00 | 0,00 | 0,00 | SGS | 1 |
| 22 | 12,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | SGS | 1 |
| 23 | 0,00 | 40,00 | 20,00 | 12,00 | SGI | 4 |
| 24 | 0,00 | 28,00 | 20,00 | 12,00 | SGI | 4 |
| 25 | 0,00 | 42,01 | 0,00 | 16,00 | SGI | 4 |
| 26 | 0,00 | 28,00 | 4,00 | 24,00 | SGI | 4 |
| 27 | 4,00 | 36,00 | 0,00 | 16,00 | SGI | 4 |
| 28 | 37,50 | 4,00 | 0,00 | 0,00 | SGI | 4 |
| 29 | 22,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | SGS | 1 |
| 30 | 12,00 | 36,01 | 0,00 | 16,00 | SGI | 4 |
| 31 | 0,00 | 4,00 | 38,00 | 16,00 | CAT | 7 |
| 32 | 0,00 | 4,00 | 42,50 | 8,00 | CAT | 7 |
| 33 | 0,00 | 8,00 | 36,00 | 12,00 | CAT | 7 |
| 34 | 0,00 | 32,00 | 4,00 | 20,00 | SGI | 4 |
| 35 | 0,00 | 45,00 | 4,00 | 4,00 | SGI | 4 |
| 36 | 8,00 | 36,00 | 0,00 | 12,00 | SGI | 4 |
| 37 | 20,00 | 28,00 | 0,00 | 4,00 | SGI | 4 |
| 38 | 22,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | SGS | 1 |
| 39 | 0,00 | 30,50 | 0,00 | 28,00 | SGI | 4 |
| 40 | 0,00 | 12,00 | 34,00 | 8,00 | CAT | 7 |
| 41 | 0,00 | 0,00 | 58,50 | 0,00 | CAT | 7 |
| 42 | 0,00 | 8,00 | 37,50 | 12,00 | CAT | 7 |
| 43 | 0,00 | 16,00 | 24,00 | 20,00 | CAT | 7 |
| 44 | 12,00 | 30,00 | 0,00 | 12,00 | SGI | 4 |
| 45 | 24,00 | 24,00 | 0,00 | 0,00 | SGI | 4 |
| 46 | 26,50 | 4,00 | 0,00 | 0,00 | SGS | 1 |
| 47 | 0,00 | 12,00 | 0,00 | 8,00 | SGI | 4 |
| 48 | 0,00 | 8,00 | 28,00 | 20,00 | CAT | 7 |
| 49 | 0,00 | 0,00 | 50,50 | 4,00 | CAT | 7 |
| 50 | 0,00 | 12,00 | 41,00 | 0,00 | CAT | 7 |
| 51 | 8,00 | 28,00 | 8,00 | 12,00 | SGI | 4 |
| 52 | 45,50 | 4,00 | 0,00 | 0,00 | SGS | 1 |
| 53 | 0,00 | 0,00 | 32,00 | 28,00 | CAT | 7 |
| 54 | 0,00 | 0,00 | 58,00 | 0,00 | CAT | 7 |
| 55 | 4,00 | 28,00 | 28,00 | 4,00 | CAT | 7 |
| 56 | 20,00 | 28,00 | 0,00 | 16,00 | SGI | 4 |
| 57 | 12,00 | 8,00 | 0,00 | 0,00 | SGS | 1 |
| 58 | 0,00 | 12,00 | 0,00 | 12,00 | BOT | 10 |
| 59 | 0,00 | 0,00 | 46,50 | 0,00 | CAT | 7 |
| 60 | 0,00 | 20,00 | 32,00 | 4,00 | CAT | 7 |
| 61 | 12,00 | 4,00 | 0,00 | 12,00 | BOT | 10 |
| 62 | 0,00 | 12,00 | 0,00 | 4,00 | SGI | 4 |

| Nº | 7º Parâmetro (UT7) | | | | | | | | |
|------|--------------------|------------|-------------|--------|-------|-----------|---------|-----------|-----|
| Hex. | Estr. (m) | Estr. (ha) | Agricultura | Urbana | Açúde | Área Hex. | Som. UT | %tot./hex | UT7 |
| 01 | 0 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 23,872 | 0,000 | 0,000 | 1 |
| 02 | 1.737,87 | 0,52 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 30,652 | 0,521 | 1,701 | 1 |
| 03 | 282,53 | 0,08 | 12,000 | 0,000 | 0,000 | 37,056 | 12,085 | 32,612 | 4 |
| 04 | 864,41 | 0,26 | 16,000 | 20,000 | 0,000 | 59,070 | 36,259 | 61,384 | 7 |
| 05 | 2.058,90 | 0,62 | 8,000 | 12,000 | 0,000 | 47,222 | 20,618 | 43,661 | 5 |
| 06 | 1.177,67 | 0,35 | 0,000 | 8,000 | 0,000 | 50,834 | 8,353 | 16,433 | 2 |
| 07 | 1.296,39 | 0,39 | 8,000 | 8,000 | 0,000 | 59,070 | 16,389 | 27,745 | 3 |
| 08 | 0 | 0,00 | 24,000 | 0,000 | 0,000 | 59,070 | 24,000 | 40,630 | 5 |
| 09 | 612,84 | 0,18 | 4,000 | 0,000 | 8,000 | 52,463 | 12,184 | 23,224 | 3 |
| 10 | 895,56 | 0,27 | 4,000 | 4,000 | 0,000 | 41,047 | 8,269 | 20,144 | 3 |
| 11 | 0 | 0,00 | 0,000 | 4,000 | 0,000 | 59,070 | 4,000 | 6,772 | 1 |
| 12 | 0 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 59,070 | 0,000 | 0,000 | 1 |
| 13 | 0 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 59,070 | 0,000 | 0,000 | 1 |
| 14 | 0 | 0,00 | 24,000 | 4,000 | 0,000 | 50,487 | 28,000 | 55,460 | 6 |
| 15 | 378,84 | 0,11 | 4,000 | 0,000 | 0,000 | 21,031 | 4,114 | 19,560 | 2 |
| 16 | 1.582,16 | 0,47 | 24,000 | 4,000 | 0,000 | 53,845 | 28,475 | 52,883 | 6 |
| 17 | 668,96 | 0,20 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 59,070 | 0,201 | 0,340 | 1 |
| 18 | 0 | 0,00 | 8,000 | 4,000 | 0,000 | 59,070 | 12,000 | 20,315 | 3 |
| 19 | 0 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 59,070 | 0,000 | 0,000 | 1 |
| 20 | 0 | 0,00 | 32,000 | 0,000 | 0,000 | 59,070 | 32,000 | 54,173 | 6 |
| 21 | 741,17 | 0,22 | 4,410 | 4,410 | 0,000 | 59,138 | 9,042 | 15,290 | 2 |
| 22 | 0 | 0,00 | 14,520 | 0,000 | 0,000 | 21,526 | 14,520 | 67,452 | 7 |
| 23 | 1.293,38 | 0,39 | 15,870 | 10,580 | 0,000 | 59,070 | 26,838 | 45,434 | 5 |
| 24 | 625,12 | 0,19 | 17,280 | 5,760 | 0,000 | 59,070 | 23,228 | 39,322 | 4 |
| 25 | 0 | 0,00 | 18,750 | 6,250 | 0,000 | 59,070 | 25,000 | 42,323 | 5 |
| 26 | 0 | 0,00 | 20,280 | 0,000 | 0,000 | 59,070 | 20,280 | 34,332 | 4 |
| 27 | 252,60 | 0,08 | 14,580 | 0,000 | 0,000 | 59,070 | 14,656 | 24,811 | 3 |
| 28 | 912,01 | 0,27 | 7,840 | 7,840 | 0,000 | 43,970 | 15,954 | 36,283 | 4 |
| 29 | 0 | 0,00 | 0,000 | 16,820 | 0,000 | 21,400 | 16,820 | 78,599 | 8 |
| 30 | 1.129,75 | 0,34 | 27,000 | 9,000 | 0,000 | 59,070 | 36,339 | 61,518 | 7 |
| 31 | 0 | 0,00 | 9,610 | 9,610 | 0,000 | 59,070 | 19,220 | 32,538 | 4 |
| 32 | 567,10 | 0,17 | 10,240 | 0,000 | 0,000 | 59,070 | 10,410 | 17,623 | 2 |
| 33 | 0 | 0,00 | 21,780 | 0,000 | 0,000 | 59,070 | 21,780 | 36,872 | 4 |
| 34 | 988,55 | 0,30 | 23,120 | 0,000 | 0,000 | 59,070 | 23,417 | 39,642 | 4 |
| 35 | 272,11 | 0,08 | 0,000 | 12,250 | 0,000 | 59,070 | 12,332 | 20,876 | 3 |
| 36 | 0 | 0,00 | 12,960 | 0,000 | 0,000 | 59,070 | 12,960 | 21,940 | 3 |
| 37 | 970,73 | 0,29 | 27,380 | 0,000 | 0,000 | 54,971 | 27,671 | 50,338 | 6 |
| 38 | 0 | 0,00 | 0,000 | 14,440 | 0,000 | 22,232 | 14,440 | 64,951 | 7 |
| 39 | 708,55 | 0,21 | 45,630 | 0,000 | 0,000 | 51,697 | 45,843 | 88,676 | 9 |
| 40 | 1.330,91 | 0,40 | 32,000 | 0,000 | 0,000 | 59,070 | 32,399 | 54,849 | 6 |
| 41 | 976,64 | 0,29 | 0,000 | 33,620 | 0,000 | 59,070 | 33,913 | 57,412 | 6 |
| 42 | 1.019,09 | 0,31 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 59,070 | 0,306 | 0,518 | 1 |
| 43 | 0 | 0,00 | 36,980 | 18,490 | 0,000 | 59,070 | 55,470 | 93,906 | 10 |
| 44 | 906,75 | 0,27 | 0,000 | 19,360 | 0,000 | 59,070 | 19,632 | 33,235 | 4 |
| 45 | 865,93 | 0,26 | 20,250 | 0,000 | 0,000 | 53,053 | 20,510 | 38,659 | 4 |

| | | | | | | | | | |
|----|----------|------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|----|
| 46 | 0 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 31,957 | 0,000 | 0,000 | 1 |
| 47 | 0 | 0,00 | 22,090 | 0,000 | 0,000 | 22,090 | 22,090 | 100,000 | 10 |
| 48 | 1.273,42 | 0,38 | 46,080 | 23,040 | 0,000 | 69,502 | 69,502 | 100,000 | 10 |
| 49 | 1.155,74 | 0,35 | 0,000 | 24,010 | 0,000 | 59,070 | 24,357 | 41,234 | 5 |
| 50 | 0 | 0,00 | 0,000 | 25,000 | 0,000 | 59,070 | 25,000 | 42,323 | 5 |
| 51 | 923,15 | 0,28 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 59,070 | 0,277 | 0,469 | 1 |
| 52 | 0 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 52,574 | 0,000 | 0,000 | 1 |
| 53 | 1.413,37 | 0,42 | 0,000 | 50,000 | 0,000 | 59,070 | 50,424 | 85,363 | 9 |
| 54 | 0 | 0,00 | 0,000 | 25,000 | 25,000 | 59,070 | 50,000 | 84,645 | 9 |
| 55 | 284,20 | 0,09 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 59,070 | 0,085 | 0,144 | 1 |
| 56 | 498,66 | 0,15 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 59,070 | 0,150 | 0,253 | 1 |
| 57 | 0 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 14,368 | 0,000 | 0,000 | 1 |
| 58 | 0 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 28,219 | 0,000 | 0,000 | 1 |
| 59 | 0 | 0,00 | 25,000 | 0,000 | 25,000 | 50,639 | 50,000 | 98,738 | 10 |
| 60 | 1.031,28 | 0,31 | 0,000 | 25,000 | 0,000 | 59,070 | 25,309 | 42,846 | 5 |
| 61 | 0 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 29,977 | 0,000 | 0,000 | 1 |
| 62 | 0 | 0,00 | 6,475 | 3,700 | 0,000 | 14,941 | 10,175 | 68,099 | 7 |

| N° | 8° Parâmetro (PN8) | | |
|------|--------------------|--------|-----|
| Hex. | Pais. Nat. | % | PN8 |
| 01 | 32,000 | 100,00 | 10 |
| 02 | 28,000 | 100,00 | 10 |
| 03 | 20,000 | 62,50 | 7 |
| 04 | 28,000 | 43,75 | 5 |
| 05 | 24,000 | 54,55 | 6 |
| 06 | 40,000 | 83,33 | 9 |
| 07 | 52,000 | 76,47 | 8 |
| 08 | 32,000 | 57,14 | 6 |
| 09 | 36,000 | 75,00 | 8 |
| 10 | 32,000 | 80,00 | 9 |
| 11 | 57,000 | 93,44 | 10 |
| 12 | 56,000 | 100,00 | 10 |
| 13 | 56,000 | 100,00 | 10 |
| 14 | 20,000 | 41,67 | 5 |
| 15 | 12,000 | 75,00 | 8 |
| 16 | 20,000 | 41,67 | 5 |
| 17 | 72,000 | 100,00 | 10 |
| 18 | 48,000 | 80,00 | 9 |
| 19 | 57,500 | 100,00 | 10 |
| 20 | 28,000 | 46,67 | 5 |
| 21 | 52,920 | 85,71 | 9 |
| 22 | 0,000 | 0,00 | 1 |
| 23 | 26,450 | 50,00 | 6 |
| 24 | 34,560 | 60,00 | 7 |
| 25 | 37,500 | 60,00 | 7 |
| 26 | 33,800 | 62,50 | 7 |
| 27 | 43,740 | 75,00 | 8 |
| 28 | 39,200 | 71,43 | 8 |

| | | | |
|----|--------|--------|----|
| 29 | 8,410 | 33,33 | 4 |
| 30 | 18,000 | 33,33 | 4 |
| 31 | 48,050 | 71,43 | 8 |
| 32 | 61,440 | 85,71 | 9 |
| 33 | 43,560 | 66,67 | 7 |
| 34 | 46,240 | 66,67 | 7 |
| 35 | 49,000 | 80,00 | 9 |
| 36 | 38,880 | 75,00 | 8 |
| 37 | 27,380 | 50,00 | 6 |
| 38 | 0,000 | 0,00 | 1 |
| 39 | 0,000 | 0,00 | 1 |
| 40 | 32,000 | 50,00 | 6 |
| 41 | 16,810 | 33,33 | 4 |
| 42 | 52,920 | 100,00 | 10 |
| 43 | 18,490 | 25,00 | 3 |
| 44 | 38,720 | 66,67 | 7 |
| 45 | 40,500 | 66,67 | 7 |
| 46 | 21,160 | 100,00 | 10 |
| 47 | 0,000 | 0,00 | 1 |
| 48 | 23,040 | 25,00 | 3 |
| 49 | 0,000 | 0,00 | 1 |
| 50 | 25,000 | 50,00 | 6 |
| 51 | 50,000 | 100,00 | 10 |
| 52 | 75,000 | 100,00 | 10 |
| 53 | 0,000 | 0,00 | 1 |
| 54 | 0,000 | 0,00 | 1 |
| 55 | 50,000 | 100,00 | 10 |
| 56 | 50,000 | 100,00 | 10 |
| 57 | 25,000 | 100,00 | 10 |
| 58 | 25,000 | 100,00 | 10 |
| 59 | 25,000 | 33,33 | 4 |
| 60 | 25,000 | 50,00 | 6 |
| 61 | 25,000 | 100,00 | 10 |
| 62 | 8,325 | 45,00 | 5 |

ANEXO C – Deteriorações ambientais por hexágono geral

| N. Hex. | Parâmetros | | | | | | | | Valores significativos | | | Unidade Crítica de deterioração (y) | Classe Ambiental | Peso |
|---------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------------------|------|------|-------------------------------------|------------------|------|
| | DH1 | DD2 | RN3 | VT4 | CG5 | FG6 | UT7 | PN8 | ENC. | MÍN. | MÁX. | | | |
| 01 | 11 | 1 | 10 | 12 | 1 | 1 | 1 | 10 | 47 | 8 | 89 | 48,15 | ACP | 2 |
| 02 | 12 | 4 | 10 | 3 | 1 | 1 | 1 | 10 | 42 | 8 | 89 | 41,98 | APP | 1 |
| 03 | 10 | 5 | 10 | 13 | 1 | 1 | 4 | 7 | 51 | 8 | 89 | 53,09 | ACP | 2 |
| 04 | 11 | 6 | 10 | 14 | 1 | 1 | 7 | 5 | 55 | 8 | 89 | 58,02 | ARA | 3 |
| 05 | 11 | 8 | 10 | 14 | 1 | 1 | 5 | 6 | 56 | 8 | 89 | 59,26 | ARA | 3 |
| 06 | 5 | 8 | 4 | 3 | 5 | 1 | 2 | 9 | 37 | 8 | 89 | 35,80 | APP | 1 |
| 07 | 8 | 12 | 4 | 3 | 1 | 1 | 3 | 8 | 40 | 8 | 89 | 39,51 | APP | 1 |
| 08 | 9 | 5 | 10 | 9 | 1 | 1 | 5 | 6 | 46 | 8 | 89 | 46,91 | ACP | 2 |
| 09 | 11 | 5 | 10 | 8 | 1 | 1 | 3 | 8 | 47 | 8 | 89 | 48,15 | ACP | 2 |
| 10 | 6 | 8 | 4 | 8 | 5 | 1 | 3 | 9 | 44 | 8 | 89 | 44,44 | ACP | 2 |
| 11 | 4 | 12 | 1 | 7 | 5 | 4 | 1 | 10 | 44 | 8 | 89 | 44,44 | ACP | 2 |
| 12 | 5 | 7 | 7 | 2 | 1 | 1 | 1 | 10 | 34 | 8 | 89 | 32,10 | APP | 1 |
| 13 | 7 | 11 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 10 | 37 | 8 | 89 | 35,80 | APP | 1 |
| 14 | 9 | 2 | 10 | 8 | 1 | 1 | 6 | 5 | 42 | 8 | 89 | 41,98 | APP | 1 |
| 15 | 10 | 4 | 10 | 8 | 1 | 1 | 2 | 8 | 44 | 8 | 89 | 44,44 | ACP | 2 |
| 16 | 4 | 6 | 7 | 14 | 5 | 1 | 6 | 5 | 48 | 8 | 89 | 49,38 | ACP | 2 |
| 17 | 3 | 10 | 1 | 3 | 5 | 4 | 1 | 10 | 37 | 8 | 89 | 35,80 | APP | 1 |
| 18 | 5 | 7 | 7 | 8 | 5 | 4 | 3 | 9 | 48 | 8 | 89 | 49,38 | ACP | 2 |
| 19 | 4 | 12 | 1 | 7 | 5 | 4 | 1 | 10 | 44 | 8 | 89 | 44,44 | ACP | 2 |
| 20 | 6 | 9 | 4 | 9 | 5 | 4 | 6 | 5 | 48 | 8 | 89 | 49,38 | ACP | 2 |
| 21 | 9 | 4 | 10 | 8 | 1 | 1 | 2 | 9 | 44 | 8 | 89 | 44,44 | ACP | 2 |
| 22 | 3 | 9 | 1 | 15 | 5 | 1 | 7 | 1 | 42 | 8 | 89 | 41,98 | APP | 1 |
| 23 | 4 | 11 | 1 | 14 | 5 | 4 | 5 | 6 | 50 | 8 | 89 | 51,85 | ACP | 2 |
| 24 | 1 | 9 | 1 | 14 | 5 | 4 | 4 | 7 | 45 | 8 | 89 | 45,68 | ACP | 2 |
| 25 | 4 | 8 | 4 | 14 | 5 | 4 | 5 | 7 | 51 | 8 | 89 | 53,09 | ACP | 2 |
| 26 | 6 | 4 | 10 | 8 | 5 | 4 | 4 | 7 | 48 | 8 | 89 | 49,38 | ACP | 2 |
| 27 | 4 | 10 | 1 | 8 | 5 | 4 | 3 | 8 | 43 | 8 | 89 | 43,21 | APP | 1 |
| 28 | 9 | 6 | 10 | 8 | 1 | 4 | 4 | 8 | 50 | 8 | 89 | 51,85 | ACP | 2 |
| 29 | 8 | 6 | 10 | 9 | 5 | 1 | 8 | 4 | 51 | 8 | 89 | 53,09 | ACP | 2 |
| 30 | 5 | 4 | 7 | 10 | 5 | 4 | 7 | 4 | 46 | 8 | 89 | 46,91 | ACP | 2 |
| 31 | 8 | 8 | 7 | 14 | 5 | 7 | 4 | 8 | 61 | 8 | 89 | 65,43 | ARA | 3 |
| 32 | 7 | 12 | 4 | 12 | 5 | 7 | 2 | 9 | 58 | 8 | 89 | 61,73 | ARA | 3 |
| 33 | 4 | 10 | 1 | 14 | 1 | 7 | 4 | 7 | 48 | 8 | 89 | 49,38 | ACP | 2 |
| 34 | 2 | 2 | 10 | 8 | 5 | 4 | 4 | 7 | 42 | 8 | 89 | 41,98 | APP | 1 |
| 35 | 4 | 8 | 4 | 8 | 5 | 4 | 3 | 9 | 45 | 8 | 89 | 45,68 | ACP | 2 |
| 36 | 3 | 11 | 1 | 2 | 5 | 4 | 3 | 8 | 37 | 8 | 89 | 35,80 | APP | 1 |
| 37 | 7 | 5 | 7 | 9 | 5 | 4 | 6 | 6 | 49 | 8 | 89 | 50,62 | ACP | 2 |
| 38 | 9 | 1 | 10 | 15 | 5 | 1 | 7 | 1 | 49 | 8 | 89 | 50,62 | ACP | 2 |
| 39 | 5 | 1 | 10 | 15 | 5 | 4 | 9 | 1 | 50 | 8 | 89 | 51,85 | ACP | 2 |
| 40 | 6 | 10 | 4 | 8 | 5 | 7 | 6 | 6 | 52 | 8 | 89 | 54,32 | ACP | 2 |
| 41 | 9 | 12 | 7 | 9 | 10 | 7 | 6 | 4 | 64 | 8 | 89 | 69,14 | AUO | 4 |
| 42 | 6 | 10 | 4 | 8 | 5 | 7 | 1 | 10 | 51 | 8 | 89 | 53,09 | ACP | 2 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|---------|-----|---|
| 43 | 4 | 10 | 1 | 9 | 5 | 7 | 10 | 3 | 49 | 8 | 89 | 50,62 | ACP | 2 |
| 44 | 3 | 3 | 10 | 8 | 5 | 4 | 4 | 7 | 44 | 8 | 89 | 44,44 | ACP | 2 |
| 45 | 5 | 6 | 7 | 8 | 5 | 4 | 4 | 7 | 46 | 8 | 89 | 46,91 | ACP | 2 |
| 46 | 5 | 2 | 10 | 6 | 5 | 1 | 1 | 10 | 40 | 8 | 89 | 39,51 | APP | 1 |
| 47 | 5 | 1 | 10 | 15 | 5 | 4 | 10 | 1 | 51 | 8 | 89 | 53,09 | ACP | 2 |
| 48 | 7 | 5 | 7 | 9 | 10 | 7 | 10 | 3 | 58 | 8 | 89 | 61,73 | ARA | 3 |
| 49 | 11 | 11 | 10 | 15 | 10 | 7 | 5 | 1 | 70 | 8 | 89 | 76,54 | AUO | 4 |
| 50 | 6 | 5 | 7 | 8 | 5 | 7 | 5 | 6 | 49 | 8 | 89 | 50,62 | ACP | 2 |
| 51 | 2 | 11 | 1 | 6 | 5 | 4 | 1 | 10 | 40 | 8 | 89 | 39,51 | APP | 1 |
| 52 | 8 | 8 | 7 | 8 | 5 | 1 | 1 | 10 | 48 | 8 | 89 | 49,38 | ACP | 2 |
| 53 | 7 | 1 | 10 | 15 | 10 | 7 | 9 | 1 | 60 | 8 | 89 | 64,20 | ARA | 3 |
| 54 | 8 | 1 | 10 | 15 | 10 | 7 | 9 | 1 | 61 | 8 | 89 | 65,43 | ARA | 3 |
| 55 | 4 | 6 | 7 | 6 | 5 | 7 | 1 | 10 | 46 | 8 | 89 | 46,91 | ACP | 2 |
| 56 | 3 | 6 | 4 | 6 | 5 | 4 | 1 | 10 | 39 | 8 | 89 | 38,27 | APP | 1 |
| 57 | 1 | 1 | 10 | 11 | 5 | 1 | 1 | 10 | 40 | 8 | 89 | 39,51 | APP | 1 |
| 58 | 2 | 1 | 10 | 11 | 5 | 10 | 1 | 10 | 50 | 8 | 89 | 51,85 | ACP | 2 |
| 59 | 10 | 2 | 10 | 14 | 10 | 7 | 10 | 4 | 67 | 8 | 89 | 72,84 | AUO | 4 |
| 60 | 4 | 5 | 7 | 13 | 5 | 7 | 5 | 6 | 52 | 8 | 89 | 54,32 | ACP | 2 |
| 61 | 1 | 2 | 10 | 11 | 5 | 10 | 1 | 10 | 50 | 8 | 89 | 51,85 | ACP | 2 |
| 62 | 5 | 1 | 10 | 14 | 5 | 4 | 7 | 5 | 51 | 8 | 89 | 53,09 | ACP | 2 |
| Total | 375 | 391 | 416 | 593 | 280 | 239 | 262 | 422 | 2978 | 496 | 5518 | 3666,67 | | |
| Média | 6,05 | 6,31 | 6,71 | 9,56 | 4,52 | 3,85 | 4,23 | 6,81 | 48,03 | 8,00 | 89,00 | 49,42 | | |

ANEXO D – Deteriorações ambientais por hexágonos (APP)

| N. Hex. | Parâmetros | | | | | | | | Valores significativos | | | Unidade Crítica de deterioração (Y) | Classe Ambiental | Peso |
|---------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------------------------|------|-------|-------------------------------------|------------------|------|
| | DH1 | DD2 | RN3 | VT4 | CG5 | FG6 | UT7 | PN8 | ENC. | MÍN. | MÁX. | | | |
| 02 | 12 | 4 | 10 | 3 | 1 | 1 | 1 | 10 | 42 | 8 | 89 | 41,98 | APP | 1 |
| 06 | 5 | 8 | 4 | 3 | 5 | 1 | 2 | 9 | 37 | 8 | 89 | 35,80 | APP | 1 |
| 07 | 8 | 12 | 4 | 3 | 1 | 1 | 3 | 8 | 40 | 8 | 89 | 39,51 | APP | 1 |
| 12 | 5 | 7 | 7 | 2 | 1 | 1 | 1 | 10 | 34 | 8 | 89 | 32,10 | APP | 1 |
| 13 | 7 | 11 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 10 | 37 | 8 | 89 | 35,80 | APP | 1 |
| 14 | 9 | 2 | 10 | 8 | 1 | 1 | 6 | 5 | 42 | 8 | 89 | 41,98 | APP | 1 |
| 17 | 3 | 10 | 1 | 3 | 5 | 4 | 1 | 10 | 37 | 8 | 89 | 35,80 | APP | 1 |
| 22 | 3 | 9 | 1 | 15 | 5 | 1 | 7 | 1 | 42 | 8 | 89 | 41,98 | APP | 1 |
| 27 | 4 | 10 | 1 | 8 | 5 | 4 | 3 | 8 | 43 | 8 | 89 | 43,21 | APP | 1 |
| 34 | 2 | 2 | 10 | 8 | 5 | 4 | 4 | 7 | 42 | 8 | 89 | 41,98 | APP | 1 |
| 36 | 3 | 11 | 1 | 2 | 5 | 4 | 3 | 8 | 37 | 8 | 89 | 35,80 | APP | 1 |
| 46 | 5 | 2 | 10 | 6 | 5 | 1 | 1 | 10 | 40 | 8 | 89 | 39,51 | APP | 1 |
| 51 | 2 | 11 | 1 | 6 | 5 | 4 | 1 | 10 | 40 | 8 | 89 | 39,51 | APP | 1 |
| 56 | 3 | 6 | 4 | 6 | 5 | 4 | 1 | 10 | 39 | 8 | 89 | 38,27 | APP | 1 |
| 57 | 1 | 1 | 10 | 11 | 5 | 1 | 1 | 10 | 40 | 8 | 89 | 39,51 | APP | 1 |
| Total | 72 | 106 | 78 | 86 | 55 | 33 | 36 | 126 | 592 | 120 | 1335 | | | |
| Média | 4,80 | 7,07 | 5,20 | 5,73 | 3,67 | 2,20 | 2,40 | 8,40 | 39,47 | 8,00 | 89,00 | | | |

ANEXO E – Deteriorações ambientais por hexágonos (ACP)

| Hex. | Parâmetros (ACP) | | | | | | | | Valores significativos | | | Unidade Crítica de deterioração (v) | Classe Ambiental | Peso |
|-------|------------------|------|------|-------|------|------|------|------|------------------------|------|-------|-------------------------------------|------------------|------|
| | DH1 | DD2 | RN3 | VT4 | CG5 | FG6 | UT7 | PN8 | ENC. | MIN. | MÁX. | | | |
| 01 | 11 | 1 | 10 | 12 | 1 | 1 | 1 | 10 | 47 | 8 | 89 | 48,15 | ACP | 2 |
| 03 | 10 | 5 | 10 | 13 | 1 | 1 | 4 | 7 | 51 | 8 | 89 | 53,09 | ACP | 2 |
| 08 | 9 | 5 | 10 | 9 | 1 | 1 | 5 | 6 | 46 | 8 | 89 | 46,91 | ACP | 2 |
| 09 | 11 | 5 | 10 | 8 | 1 | 1 | 3 | 8 | 47 | 8 | 89 | 48,15 | ACP | 2 |
| 10 | 6 | 8 | 4 | 8 | 5 | 1 | 3 | 9 | 44 | 8 | 89 | 44,44 | ACP | 2 |
| 11 | 4 | 12 | 1 | 7 | 5 | 4 | 1 | 10 | 44 | 8 | 89 | 44,44 | ACP | 2 |
| 15 | 10 | 4 | 10 | 8 | 1 | 1 | 2 | 8 | 44 | 8 | 89 | 44,44 | ACP | 2 |
| 16 | 4 | 6 | 7 | 14 | 5 | 1 | 6 | 5 | 48 | 8 | 89 | 49,38 | ACP | 2 |
| 18 | 5 | 7 | 7 | 8 | 5 | 4 | 3 | 9 | 48 | 8 | 89 | 49,38 | ACP | 2 |
| 19 | 4 | 12 | 1 | 7 | 5 | 4 | 1 | 10 | 44 | 8 | 89 | 44,44 | ACP | 2 |
| 20 | 6 | 9 | 4 | 9 | 5 | 4 | 6 | 5 | 48 | 8 | 89 | 49,38 | ACP | 2 |
| 21 | 9 | 4 | 10 | 8 | 1 | 1 | 2 | 9 | 44 | 8 | 89 | 44,44 | ACP | 2 |
| 23 | 4 | 11 | 1 | 14 | 5 | 4 | 5 | 6 | 50 | 8 | 89 | 51,85 | ACP | 2 |
| 24 | 1 | 9 | 1 | 14 | 5 | 4 | 4 | 7 | 45 | 8 | 89 | 45,68 | ACP | 2 |
| 25 | 4 | 8 | 4 | 14 | 5 | 4 | 5 | 7 | 51 | 8 | 89 | 53,09 | ACP | 2 |
| 26 | 6 | 4 | 10 | 8 | 5 | 4 | 4 | 7 | 48 | 8 | 89 | 49,38 | ACP | 2 |
| 28 | 9 | 6 | 10 | 8 | 1 | 4 | 4 | 8 | 50 | 8 | 89 | 51,85 | ACP | 2 |
| 29 | 8 | 6 | 10 | 9 | 5 | 1 | 8 | 4 | 51 | 8 | 89 | 53,09 | ACP | 2 |
| 30 | 5 | 4 | 7 | 10 | 5 | 4 | 7 | 4 | 46 | 8 | 89 | 46,91 | ACP | 2 |
| 33 | 4 | 10 | 1 | 14 | 1 | 7 | 4 | 7 | 48 | 8 | 89 | 49,38 | ACP | 2 |
| 35 | 4 | 8 | 4 | 8 | 5 | 4 | 3 | 9 | 45 | 8 | 89 | 45,68 | ACP | 2 |
| 37 | 7 | 5 | 7 | 9 | 5 | 4 | 6 | 6 | 49 | 8 | 89 | 50,62 | ACP | 2 |
| 38 | 9 | 1 | 10 | 15 | 5 | 1 | 7 | 1 | 49 | 8 | 89 | 50,62 | ACP | 2 |
| 39 | 5 | 1 | 10 | 15 | 5 | 4 | 9 | 1 | 50 | 8 | 89 | 51,85 | ACP | 2 |
| 40 | 6 | 10 | 4 | 8 | 5 | 7 | 6 | 6 | 52 | 8 | 89 | 54,32 | ACP | 2 |
| 42 | 6 | 10 | 4 | 8 | 5 | 7 | 1 | 10 | 51 | 8 | 89 | 53,09 | ACP | 2 |
| 43 | 4 | 10 | 1 | 9 | 5 | 7 | 10 | 3 | 49 | 8 | 89 | 50,62 | ACP | 2 |
| 44 | 3 | 3 | 10 | 8 | 5 | 4 | 4 | 7 | 44 | 8 | 89 | 44,44 | ACP | 2 |
| 45 | 5 | 6 | 7 | 8 | 5 | 4 | 4 | 7 | 46 | 8 | 89 | 46,91 | ACP | 2 |
| 47 | 5 | 1 | 10 | 15 | 5 | 4 | 10 | 1 | 51 | 8 | 89 | 53,09 | ACP | 2 |
| 50 | 6 | 5 | 7 | 8 | 5 | 7 | 5 | 6 | 49 | 8 | 89 | 50,62 | ACP | 2 |
| 52 | 8 | 8 | 7 | 8 | 5 | 1 | 1 | 10 | 48 | 8 | 89 | 49,38 | ACP | 2 |
| 55 | 4 | 6 | 7 | 6 | 5 | 7 | 1 | 10 | 46 | 8 | 89 | 46,91 | ACP | 2 |
| 58 | 2 | 1 | 10 | 11 | 5 | 10 | 1 | 10 | 50 | 8 | 89 | 51,85 | ACP | 2 |
| 60 | 4 | 5 | 7 | 13 | 5 | 7 | 5 | 6 | 52 | 8 | 89 | 54,32 | ACP | 2 |
| 61 | 1 | 2 | 10 | 11 | 5 | 10 | 1 | 10 | 50 | 8 | 89 | 51,85 | ACP | 2 |
| 62 | 5 | 1 | 10 | 14 | 5 | 4 | 7 | 5 | 51 | 8 | 89 | 53,09 | ACP | 2 |
| Total | 214 | 219 | 253 | 376 | 153 | 148 | 159 | 254 | 1776 | 296 | 3293 | | | |
| Média | 5,78 | 5,92 | 6,84 | 10,16 | 4,14 | 4,00 | 4,30 | 6,86 | 48,00 | 8,00 | 89,00 | | | |

ANEXO F – Deteriorações ambientais por hexágonos (ARA)

| N. Hex. | Parâmetros | | | | | | | | Valores significativos | | | Unidade Crítica de deterioração (y) | Classe Ambiental | Peso |
|---------|------------|------|------|-------|------|------|------|------|------------------------|------|-------|-------------------------------------|------------------|------|
| | DH1 | DD2 | RN3 | VT4 | CG5 | FG6 | UT7 | PN8 | ENC. | MÍN. | MÁX. | | | |
| 04 | 11 | 6 | 10 | 14 | 1 | 1 | 7 | 5 | 55 | 8 | 89 | 58,02 | ARA | 3 |
| 05 | 11 | 8 | 10 | 14 | 1 | 1 | 5 | 6 | 56 | 8 | 89 | 59,26 | ARA | 3 |
| 31 | 8 | 8 | 7 | 14 | 5 | 7 | 4 | 8 | 61 | 8 | 89 | 65,43 | ARA | 3 |
| 32 | 7 | 12 | 4 | 12 | 5 | 7 | 2 | 9 | 58 | 8 | 89 | 61,73 | ARA | 3 |
| 48 | 7 | 5 | 7 | 9 | 10 | 7 | 10 | 3 | 58 | 8 | 89 | 61,73 | ARA | 3 |
| 53 | 7 | 1 | 10 | 15 | 10 | 7 | 9 | 1 | 60 | 8 | 89 | 64,20 | ARA | 3 |
| 54 | 8 | 1 | 10 | 15 | 10 | 7 | 9 | 1 | 61 | 8 | 89 | 65,43 | ARA | 3 |
| Total | 59 | 41 | 58 | 93 | 42 | 37 | 46 | 33 | 409 | 56 | 623 | | | |
| Média | 8,43 | 5,86 | 8,29 | 13,29 | 6,00 | 5,29 | 6,57 | 4,71 | 58,43 | 8,00 | 89,00 | | | |

ANEXO G – Deteriorações ambientais por hexágonos (AUO)

| N. Hex. | Parâmetros | | | | | | | | Valores significativos | | | Unidade Crítica de deterioração (Y) | Classe Ambiental | Peso |
|---------|------------|------|------|-------|-------|------|------|------|------------------------|------|-------|-------------------------------------|------------------|------|
| | DH1 | DD2 | RN3 | VT4 | CG5 | FG6 | UT7 | PN8 | ENC. | MÍN. | MÁX. | | | |
| 41 | 9 | 12 | 7 | 9 | 10 | 7 | 6 | 4 | 64 | 8 | 89 | 69,14 | AUO | 4 |
| 49 | 11 | 11 | 10 | 15 | 10 | 7 | 5 | 1 | 70 | 8 | 89 | 76,54 | AUO | 4 |
| 59 | 10 | 2 | 10 | 14 | 10 | 7 | 10 | 4 | 67 | 8 | 89 | 72,84 | AUO | 4 |
| Total | 30 | 25 | 27 | 38 | 30 | 21 | 21 | 9 | 201 | 24 | 267 | 219 | | |
| Média | 10,00 | 8,33 | 9,00 | 12,67 | 10,00 | 7,00 | 7,00 | 3,00 | 67,00 | 8,00 | 89,00 | 72,84 | | |

ANEXO H – Matriz de dados brutos

| Nº | Variáveis | | | | | | | | |
|----|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | Hex. | CZA | DH1 | DD2 | RN3 | VT4 | CG5 | FG6 | UT7 |
| 01 | 2 | 11 | 1 | 10 | 12 | 1 | 1 | 1 | 10 |
| 02 | 1 | 12 | 4 | 10 | 3 | 1 | 1 | 1 | 10 |
| 03 | 2 | 10 | 5 | 10 | 13 | 1 | 1 | 4 | 7 |
| 04 | 3 | 11 | 6 | 10 | 14 | 1 | 1 | 7 | 5 |
| 05 | 3 | 11 | 8 | 10 | 14 | 1 | 1 | 5 | 6 |
| 06 | 1 | 5 | 8 | 4 | 3 | 5 | 1 | 2 | 9 |
| 07 | 1 | 8 | 12 | 4 | 3 | 1 | 1 | 3 | 8 |
| 08 | 2 | 9 | 5 | 10 | 9 | 1 | 1 | 5 | 6 |
| 09 | 2 | 11 | 5 | 10 | 8 | 1 | 1 | 3 | 8 |
| 10 | 2 | 6 | 8 | 4 | 8 | 5 | 1 | 3 | 9 |
| 11 | 2 | 4 | 12 | 1 | 7 | 5 | 4 | 1 | 10 |
| 12 | 1 | 5 | 7 | 7 | 2 | 1 | 1 | 1 | 10 |
| 13 | 1 | 7 | 11 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 10 |
| 14 | 1 | 9 | 2 | 10 | 8 | 1 | 1 | 6 | 5 |
| 15 | 2 | 10 | 4 | 10 | 8 | 1 | 1 | 2 | 8 |
| 16 | 2 | 4 | 6 | 7 | 14 | 5 | 1 | 6 | 5 |
| 17 | 1 | 3 | 10 | 1 | 3 | 5 | 4 | 1 | 10 |
| 18 | 2 | 5 | 7 | 7 | 8 | 5 | 4 | 3 | 9 |
| 19 | 2 | 4 | 12 | 1 | 7 | 5 | 4 | 1 | 10 |
| 20 | 2 | 6 | 9 | 4 | 9 | 5 | 4 | 6 | 5 |
| 21 | 2 | 9 | 4 | 10 | 8 | 1 | 1 | 2 | 9 |
| 22 | 1 | 3 | 9 | 1 | 15 | 5 | 1 | 7 | 1 |
| 23 | 2 | 4 | 11 | 1 | 14 | 5 | 4 | 5 | 6 |
| 24 | 2 | 1 | 9 | 1 | 14 | 5 | 4 | 4 | 7 |
| 25 | 2 | 4 | 8 | 4 | 14 | 5 | 4 | 5 | 7 |
| 26 | 2 | 6 | 4 | 10 | 8 | 5 | 4 | 4 | 7 |
| 27 | 1 | 4 | 10 | 1 | 8 | 5 | 4 | 3 | 8 |
| 28 | 2 | 9 | 6 | 10 | 8 | 1 | 4 | 4 | 8 |
| 29 | 2 | 8 | 6 | 10 | 9 | 5 | 1 | 8 | 4 |
| 30 | 2 | 5 | 4 | 7 | 10 | 5 | 4 | 7 | 4 |
| 31 | 3 | 8 | 8 | 7 | 14 | 5 | 7 | 4 | 8 |
| 32 | 3 | 7 | 12 | 4 | 12 | 5 | 7 | 2 | 9 |
| 33 | 2 | 4 | 10 | 1 | 14 | 1 | 7 | 4 | 7 |
| 34 | 1 | 2 | 2 | 10 | 8 | 5 | 4 | 4 | 7 |
| 35 | 2 | 4 | 8 | 4 | 8 | 5 | 4 | 3 | 9 |
| 36 | 1 | 3 | 11 | 1 | 2 | 5 | 4 | 3 | 8 |
| 37 | 2 | 7 | 5 | 7 | 9 | 5 | 4 | 6 | 6 |
| 38 | 2 | 9 | 1 | 10 | 15 | 5 | 1 | 7 | 1 |
| 39 | 2 | 5 | 1 | 10 | 15 | 5 | 4 | 9 | 1 |
| 40 | 2 | 6 | 10 | 4 | 8 | 5 | 7 | 6 | 6 |
| 41 | 4 | 9 | 12 | 7 | 9 | 10 | 7 | 6 | 4 |
| 42 | 2 | 6 | 10 | 4 | 8 | 5 | 7 | 1 | 10 |
| 43 | 2 | 4 | 10 | 1 | 9 | 5 | 7 | 10 | 3 |
| 44 | 2 | 3 | 3 | 10 | 8 | 5 | 4 | 4 | 7 |
| 45 | 2 | 5 | 6 | 7 | 8 | 5 | 4 | 4 | 7 |
| 46 | 1 | 5 | 2 | 10 | 6 | 5 | 1 | 1 | 10 |
| 47 | 2 | 5 | 1 | 10 | 15 | 5 | 4 | 10 | 1 |

| | | | | | | | | | |
|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 48 | 3 | 7 | 5 | 7 | 9 | 10 | 7 | 10 | 3 |
| 49 | 4 | 11 | 11 | 10 | 15 | 10 | 7 | 5 | 1 |
| 50 | 2 | 6 | 5 | 7 | 8 | 5 | 7 | 5 | 6 |
| 51 | 1 | 2 | 11 | 1 | 6 | 5 | 4 | 1 | 10 |
| 52 | 2 | 8 | 8 | 7 | 8 | 5 | 1 | 1 | 10 |
| 53 | 3 | 7 | 1 | 10 | 15 | 10 | 7 | 9 | 1 |
| 54 | 3 | 8 | 1 | 10 | 15 | 10 | 7 | 9 | 1 |
| 55 | 2 | 4 | 6 | 7 | 6 | 5 | 7 | 1 | 10 |
| 56 | 1 | 3 | 6 | 4 | 6 | 5 | 4 | 1 | 10 |
| 57 | 1 | 1 | 1 | 10 | 11 | 5 | 1 | 1 | 10 |
| 58 | 2 | 2 | 1 | 10 | 11 | 5 | 10 | 1 | 10 |
| 59 | 4 | 10 | 2 | 10 | 14 | 10 | 7 | 10 | 4 |
| 60 | 2 | 4 | 5 | 7 | 13 | 5 | 7 | 5 | 6 |
| 61 | 2 | 1 | 2 | 10 | 11 | 5 | 10 | 1 | 10 |
| 62 | 2 | 5 | 1 | 10 | 14 | 5 | 4 | 7 | 5 |

ANEXO I – Análise de Regressão pelo Método “Stepwise/forward”

Variables Entered/Removed

| Model | Variables Entered | Variables Removed | Method |
|-------|-------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 1 | VAR5 | , | Forward (Criterion: Probability -of-F-to- enter <= ,050) |
| 2 | VAR6 | , | Forward (Criterion: Probability -of-F-to- enter <= ,050) |
| 3 | VAR3 | , | Forward (Criterion: Probability -of-F-to- enter <= ,050) |
| 4 | VAR4 | , | Forward (Criterion: Probability -of-F-to- enter <= ,050) |
| 5 | VAR9 | , | Forward (Criterion: Probability -of-F-to- enter <= ,050) |
| 6 | VAR8 | , | Forward (Criterion: Probability -of-F-to- enter <= ,050) |

a Dependent Variable: VAR1

ANOVA⁹

| Model | | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|-------|------------|----------------|----|-------------|--------|------|
| 1 | Regression | 11,625 | 1 | 11,625 | 31,263 | ,000 |
| | Residual | 22,311 | 60 | ,372 | | |
| | Total | 33,935 | 61 | | | |
| 2 | Regression | 16,833 | 2 | 8,416 | 29,035 | ,000 |
| | Residual | 17,103 | 59 | ,290 | | |
| | Total | 33,935 | 61 | | | |
| 3 | Regression | 25,090 | 3 | 8,363 | 54,841 | ,000 |
| | Residual | 8,845 | 58 | ,153 | | |
| | Total | 33,935 | 61 | | | |
| 4 | Regression | 27,227 | 4 | 6,807 | 57,830 | ,000 |
| | Residual | 6,709 | 57 | ,118 | | |
| | Total | 33,935 | 61 | | | |
| 5 | Regression | 28,026 | 5 | 5,605 | 53,120 | ,000 |
| | Residual | 5,909 | 56 | ,106 | | |
| | Total | 33,935 | 61 | | | |
| 6 | Regression | 29,266 | 6 | 4,878 | 57,456 | ,000 |
| | Residual | 4,669 | 55 | 8,489E-02 | | |
| | Total | 33,935 | 61 | | | |

a Predictors: (Constant), VT4

b Predictors: (Constant), VT4, DH1

c Predictors: (Constant), VT4, DH1, FG6

d Predictors: (Constant), VT4, DH1, FG6, CG5

e Predictors: (Constant), VT4, DH1, FG6, CG5, DD2

f Predictors: (Constant), VT4, DH1, FG6, CG5, DD2, RN3

g Dependent Variable: CZA

ANEXO J – Matriz de correlação resultante da Análise Fatorial para o Zoneamento Ambiental

| | | CZA | DH1 | DD2 | RN3 | VT4 | CG5 | FG6 | UT7 | PN8 |
|-----------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Pearson Correlação | CZA | 1,000 | ,450 | -,015 | ,301 | ,585 | ,496 | ,459 | ,476 | -,462 |
| | DH1 | ,450 | 1,000 | -,107 | ,503 | ,103 | -,235 | -,310 | ,196 | -,221 |
| | DD2 | -,015 | -,107 | 1,000 | -,803 | -,316 | -,020 | ,053 | -,271 | ,247 |
| | RN3 | ,301 | ,503 | -,803 | 1,000 | ,272 | -,062 | -,121 | ,215 | -,239 |
| | VT4 | ,585 | ,103 | -,316 | ,272 | 1,000 | ,289 | ,243 | ,582 | -,636 |
| | CG5 | ,496 | -,235 | -,020 | -,062 | ,289 | 1,000 | ,590 | ,416 | -,439 |
| | FG6 | ,459 | -,310 | ,053 | -,121 | ,243 | ,590 | 1,000 | ,183 | -,141 |
| | UT7 | ,476 | ,196 | -,271 | ,215 | ,582 | ,416 | ,183 | 1,000 | -,925 |
| | PN8 | -,462 | -,221 | ,247 | -,239 | -,636 | -,439 | -,141 | -,925 | 1,000 |
| Sig. (1- tailed) | CZA | , | ,000 | ,455 | ,009 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 |
| | DH1 | ,000 | , | ,204 | ,000 | ,214 | ,033 | ,007 | ,063 | ,042 |
| | DD2 | ,455 | ,204 | , | ,000 | ,006 | ,439 | ,342 | ,017 | ,026 |
| | RN3 | ,009 | ,000 | ,000 | , | ,016 | ,315 | ,175 | ,046 | ,031 |
| | VT4 | ,000 | ,214 | ,006 | ,016 | , | ,011 | ,029 | ,000 | ,000 |
| | CG5 | ,000 | ,033 | ,439 | ,315 | ,011 | , | ,000 | ,000 | ,000 |
| | FG6 | ,000 | ,007 | ,342 | ,175 | ,029 | ,000 | , | ,078 | ,137 |
| | UT7 | ,000 | ,063 | ,017 | ,046 | ,000 | ,000 | ,078 | , | ,000 |
| | PN8 | ,000 | ,042 | ,026 | ,031 | ,000 | ,000 | ,137 | ,000 | , |